

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
Young-Hoon Joo et al.) Examiner: Stephen Cunningham
Application No.: 10/047,707) Group Art Unit: 3663
Filed: January 15, 2002)

For: **OPTICAL AMPLIFIER DEVICE AND BIDIRECTIONAL
WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING OPTICAL
COMMUNICATION SYSTEM**

Honorable Commissioner for Patents
Mail Stop Non-Fee Amendment
Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

DECLARATION UNDER 37 CFR §1.131

Sir:

City of: Seoul

Country of: Republic of Korea

We, Mr. Young-Hoon Joo, Mr. Gyu-Woong Lee, Mr. Seong-Ha Kim, and Mr. Seong-Taek Hwang declare, depose and state:

1. We are the inventors of all the claims (1-7) of the above-identified patent application.
2. We certify that due diligence was exercised in having a patent application prepared and filed as evidenced by the following:

3. Prior to the Korean Patent Office priority filing date of our application on April 2, 2001, we completed an Invention Disclosure Document on February 8, 2001 (a certified translation of which is attached as Exhibit A) that discloses the invention as claimed in the Korean Priority Application, which was invented in Korea, a World Trade Organization country.

On Feb. 8, 2001, Samsung Electronics Co. instructed K.J. Lee Patent & Trademark Office to begin preparation of a patent application at once. Mr. Il-Keun Jeong and Mr. Seok-Won Kang of K.J. Lee Patent & Trademark Office in Seoul, Korea, prepared a draft of the patent application and sent same to the inventors for review on March 23, 2001 (Exhibit B).

On March 30, 2001, after review by the inventors and Samsung, K.J. Lee Patent & Trademark Office was instructed to file the patent application in the Korean Patent Office (as shown in Exhibit C), which occurred on April 2, 2001.

As evidenced by items 1-3 above and the attached exhibits, it is clearly shown that our invention antedates the March 28, 2001 date of the Spock reference along with due diligence exercised on our behalf prior to filing.

We declare and certify by our signatures below that all the statements made above of our own knowledge are true, and all statements made on information and belief are believed to be true. We are aware that willful false statements and the like are punishable by fine or imprisonment, or both (18 U.S.C. §1001) and may jeopardize the validity of the application or any patents issuing thereon.

Young-Hoon Joo 13/07/04
Young-Hoon Joo Date

Gyu-Woong Lee 13/07/04
Gyu-Woong Lee Date

Seong-Ha Kim 13/07/04
Seong-Ha Kim Date

Seong-Taek Hwang 13/07/04
Seong-Taek Hwang Date

직무발명/출원 파일

◆ 사건/파일 조회

사건	직무발명	일자	2001/02/08
발신일	Invention Disclosure	수신일	-
제목	직무발명서		
의견	-		

파일명	파일설명
직무발명신고서	-

닫기

❖ **적우발명신고**

INVENTION DISCLOSURE

<<특허법 제39조 제40조 규정에 의거 적우와 관련된 본발명에 대해 등록받을 수 있는 권리를 회사에 양도합니다>>

❑ 본 적우발명은 통신연구소 지적자산팀(수원/구미)으로 접수됩니다.

❑ 발명명칭 양방향 파장 분할 다중 광증폭기 시스템 **Bidirectional WDM Optical Amplifier System**
Title of Invention

❑ 과제명 10G WDM 광링크개발

❑ 과제코드 DQ010

❑ 제품명 양:

❑ 핵심기술(코드)명칭)

❑ 기술적 내용의 평가

구분

평가내용

발명구분 ㉠ 자체발명 ㉡ 산학협동 ㉢ 공역개발 ㉣ 공동개발

[계약서 첨부]

파일명

파일설명

계약서관리

[소유권, 보상문제 기재]

공표사실

공표예정일

-

공표국가 및 단체

-

공표방법

❑ 발명자인적사항

No.	이름	소속부서(기관)명 주민번호	대표	지분(%)	영문성명 주 소 (집)
1	주영훈 Young-Hoon JOO	광통신연구그룹(연구소) 721105-1405815	㉠	60	JOO YOUNG HOON
2	이규웅 Gyu-Woong LEE	광통신연구그룹(연구소) 710709-1450717	-	20	LEE GYU WOONG
3	김성하 Seong-Ha KIM	광통신연구그룹(연구소) 681105-1057915	-	10	KIM SEONG HA
4	황성택 Seong-Taek HWANG	광통신연구그룹(연구소) 503306-1535311	-	10	HWANG SEONG TAEK

❑ 적우발명신고파일

파일명

파일설명

양방향광증폭기특허.gul

양방향 파장 분할 다중 광증폭기 특허 문서-01/02/07 주영훈

적우발명신고서

❑ 발명등급판정

판정주체		판정일자	등급	의견
발명자	주영훈	2001/02/08	A급	기본적인 양방향 광전송 개념으로 현재 연구중임
부서장	황성택	2001/02/08	A급	양방향전송에 핵심인 EDFA로 과제에 활용할 예정:
특허부서		2001/03/06	A급	전산일괄입력
평가위원회		2001/03/06	A급	전산일괄입력

❑ 적우발명 진행일자 관리

발명자상신일 2001/02/08

부서장승인일

2001/02/08

특허부서접수일

Reporting Date by Inventor(s)

Approval Date by Manager

직무발명(고안)명세서 (Invention Disclosure)		[사전체크 사항]	
● 발명의 명칭 (Title of Invention)		○ 선출원주의이므로 신속출원이 필요함 ○ 완성된 발명이어서 함 - 실시에, Data등의 뒷받침이 필요 - 미완성 또는 피당사항 불가 ○ 출원전에 공표 금지 - 학회, 논문, 판매, 전시 금지	
국 문	양방향 파장 분할 다중 광증폭기 시스템		
영 문	Bidirectional WDM optical amplifier system		
● 관련 선행 기술 및 선출원		- 본 발명과 관련이 있는 기술이 이미 출원되어 있거나 현재 진행중인 것을 모두 기재함. - 국내우선권 주장이 목적이며, 최초 출원일로부터 1년 이내에는 개량출원이 가능함.	
[기술출처] (해당 부분만 선택 기재)	유사 특허 또는 출원	출원/등록번호	출원/등록일자
		발명의 명칭	
	배경 문헌 또는 제품	출 원 인	
		문헌명/제품모델명	발표자/제조사
	발명(고안)과 관련된 발명자의 선출원	발표/제조 년월일	페이지/기타
		발명의 명칭	
진행중인 건	출원번호/일자	(19 . . .)	
	발명의 명칭		
	접수번호/일자	(19 . . .)	

1. 발명의 배경

가. 본 발명의 기술분야

-파장 분할 다중 방식(Wavelength division multiplexing: WDM)의 광전송 시스템은 하나의 광섬유 안에서 여러 개의 파장을 사용하여 전송함으로써 전송효율을 높일 수 있으며, 전송속도에 무관하게 광신호를 전송할 수 있으므로 최근과 같이 전송량이 증가하고 있는 초고속 인터넷망에 유용하게 쓰이고 있는 시스템이다.

-이러한 파장 분할 다중 방식(Wavelength division multiplexing: WDM)의 광전송 시스템을 이용하여 장거리로 전송할 경우에 거리에 따라 신호의 크기가 감소하므로 전송거리 사이에 광증폭기를 설치하여 크기가 감소된 신호를 증폭해주어야 한다.

나. 종래기술의 설명

-종래의 파장 분할 다중 광전송 시스템은 하나의 광섬유 안에서 같은 방향으로 진행하는 광신호들만 전송을 하고 전송거리사이에 단방향 광증폭기를 설치하고, 반대방향으로 전송하는 신호는 또다른 광섬유를 이용하여 단방향 광증폭기를 설치하여 전송 하였다[도면 1].

이러한 파장 분할 다중 광전송 시스템은 상호간에 신호를 전송하기 위해서는 최소한 두가닥의 광섬유가 필요하며, 다른 광섬유를 사용하기 때문에 같은 파장대역을 이용할 수가 있으므로 같은 파장대역을 갖는 광증폭기가 필요하게 되었다[도면 2].

-광섬유의 이용효율을 높이고, 광소자를 절약하기 위해 한가닥의 광섬유안에서 양방향신호를 전송하는 양방향 파장 분할 다중 광전송 시스템이 제안되었다[도면 4].

그러나 기존의 양방향 파장 분할 다중 광전송 시스템은 광신호가 진행하는 광섬유에서는 양방향으로 전송하다가 광신호를 증폭하고자 하는 노드에서는 광전송에 사용하는 파장대역중에서 양방향의 신호를 단파장대역과 장파장 대역으로 분리해서 단방향 파장 분할 다중 광증폭기로 처리한 다음 다시 모아서

정보통신총괄 직책자산팀

삼성전자

양방향 전송을 하였다.

다. 종래기술 문제점 및 본 발명의 목적

- 종래기술의 문제점

-단방향 파장 분할 다중 광전송 시스템은 광 파장수가 한정된 광 밴드내에서 좀 더 작은 간격으로 광 신호들을 보낼 경우에 인접한 채널들이 서로에게 영향을 주기 때문에 하나의 광섬유 안에 상대적으로 많은 채널의 광신호들을 보낼 수 없으며, 양쪽 방향에서 상호간에 광신호를 보낼 경우에는 두가닥의 광 섬유가 필요하며 그만큼 광소자의 수도 두 배로 증가하게 된다[도면 3].

-양방향 파장 분할 다중 광전송 시스템은 전송하는 광섬유안에서는 양방향 전송이지만, 광증폭을 하는 부분에서는 실질적으로 단방향 방식의 두가닥 광섬유이기 때문에 광섬유의 이용효율은 높일 수 있지만, 단방향 파장 분할 다중 광전송 시스템에 비해서 사용되는 광소자는 줄지 않고, 오히려 더 많아지게 된다[도면 6].

기존 양방향 파장 분할 다중 광전송 시스템에서 파장의 배치는 단방향 파장 분할 다중 광전송 시스템 처럼 양쪽 신호가 같은 파장대역을 사용할 수 없고, 단파장과 장파장별로 분리하여 사용하기 때문에 파 장 대역의 효율측면에서 단방향 파장 분할 다중 광증폭기 시스템보다 2배로 넓어지게 된다[도면 5].

- 본 발명의 목적

-광섬유의 효율적인 사용을 위해 양방향 파장 분할 다중 광전송 시스템을 구성하면서도 기존의 양방향 파장 분할 다중 광증폭기에 비해 단순한 구조를 가지며, 노드에서 양방향 광전송 신호를 분리해서 처리 하지 않으면서도 양방향 파장 분할 다중 광증폭기를 이용하지 않고, 단방향 파장 분할 다중 광증폭기를 이용함으로써 매우 효율적이고 단순한 양방향 파장 분할 다중 광증폭기 시스템을 이용한 양방향 파장 분할 다중 광전송 시스템을 제안하였다[도면 8].

2. 발명 (고안) 의 구체적 설명

가. 발명의 구성

-발명된 양방향 파장 분할 다중 광증폭기 시스템[도면 7]은 한쪽에서 들어오는 양방향 광신호들을 경로를 분리하고 서로 다른 방향으로 진행시켜 주는 광 셔플레이터(optical circulator), 양쪽에서 오는 신호들을 서로서로 사이사이에 끼워넣어(interleaving method) 인접채널간의 간격을 좁혀주는 인터리버(interleaver), 양방향 신호가 합쳐진 상태에서 감쇠된 광신호를 증폭시켜 주는 단방향 광증폭기, 고속 전송에서 광신호가 진행하는 광섬유에서 생기는 색분산을 보상하기 위한 색분산 보상 모듈(Dispersion compensation module: DCM)로 구성되어 있다.

나. 발명의 동작설명

-본 발명의 양방향 파장 분할 다중 광증폭기시스템을 이용한 양방향 파장 분할 광전송 시스템[도면 10]에서 왼쪽 송신부(west)에서 나오는 홀수번째 광신호(Tx1, Tx3, Tx5, Tx7)들을 다중화기(Mux1)을 거쳐 색분산 보상 모듈(DCM1), 광증폭기(OA1), 광 셔플레이터(cir1)을 통해서 전송 광섬유(Fiber1)를 거쳐서 광 셔플레이터(cir2)에 들어간다.

오른쪽 송신부(east)쪽도 짝수번째 광신호들(Tx2, Tx4, Tx6, Tx8)이 다중화기(Mux2)를 거쳐 색분산 보상 모듈(DCM3), 광증폭기(OA4), 광 셔플레이터(cir4)를 거쳐 전송 광섬유(Fiber2)를 거쳐 광 셔플레이터(cir3)에 들어간다.

양방향 파장 분할 다중 광증폭기 시스템[도면 7]에 왼쪽(west)에서 들어간 광신호들은 광 셔플레이터(cir2)를 거쳐서 인터리버(IL1)로 들어 가고, 오른쪽(east)에서 들어간 광신호들도 광 셔플레이터(cir3)를 거쳐서 인터리버(IL1)로 들어간다.

인터리버에서 결합된 광신호는 파장이 홀수번째 광신호와 짝수번째 광신호가 사이사이에 끼워쉬[도면

정보통신융합 지적자산팀

삼성전자

- 9.) 색분산보상 모듈(DCM2)에 들어간 뒤에 광증폭기(OA3)를 지나서 인터리버(IL2)에 들어가게 된다. 인터리버(IL2)에서 홀수채널들은 오른쪽(east) 광 셔클레이터(cir3)로 가고 짝수채널들은 왼쪽(west) 광 셔클레이터(cir2)로 들어간다.
- 그 다음 홀수 채널들은 광 셔클레이터(cir3)를 지나서 전송 광섬유(Fiber 2)를 지나서 광 셔클레이터(cir4)를 지나서 광증폭기(OA5)를 지나 역다중화기(Dem2)를 지나서 파장별로 분리된 뒤에 각각의 수신부(Rx1, Rx3, Rx5, Rx7)로 들어간다.
- 짝수 채널들은 광 셔클레이터(cir2)를 지나서 전송 광섬유(Fiber 1)를 지나서 광 셔클레이터(cir1)를 지나서 광증폭기(OA2)를 지나 역다중화기(Dem1)를 지나서 파장별로 분리된 뒤에 각각의 수신부(Rx2, Rx4, Rx6, Rx8)로 들어간다.

다. 발명의 효과

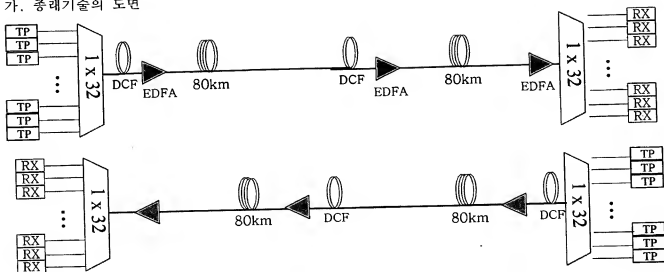
-본 양방향 파장 분할 다중 광전송 시스템은 양방향 전송을 함으로써 광섬유 내에서의 전송효율을 높일 수 있고, 다른 양방향 구조에 비해서 단순한 구조로써 색분산 보상 모듈(DCM), 광증폭기(OA)등의 광소자가 적게 필요하며, 양쪽에서 진행되는 파장을 사이사이에 끼워서 전송함으로써 파장대역을 절반만큼 줄여서 사용함으로써 파장 이용효율이 좋고, 양방향 전송이면서도 불안정하고 복잡한 양방향 광증폭기를 이용하지 않고 단방향 광증폭기를 이용함으로써 시스템에 안정성을 가져 온다.

3. 권리청구의 범위

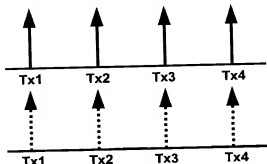
1. 양방향으로 진행되는 파장 분할 다중 신호들을 한방향으로 파장을 엇갈리게 모아주는 광소자와 단방향 광증폭기와 한방향으로 진행되는 광신호를 다시 양방향으로 파장을 엇갈리게 진행시키는 광소자로 구성된 양방향 파장 분할 다중 광증폭기
2. 제 1항에 있어서 양방향으로 진행되는 파장 분할 다중 신호들의 경로를 분리하고 서로 다른 파소자로서 양방향으로 진행되는 파장 분할 다중 신호들의 경로를 분리하고 서로 다른 방향으로 진행하도록 하는 두개의 3단자 광 셔클레이터와 양쪽에서 들어오는 광신호들을 파장별로 엇갈리게 모아주는 하나의 인터리버로 구성하는 방법
- 제 1항에 있어서 한방향으로 진행되는 광신호를 다시 양방향으로 진행시키는 광소자로 서로 다른 방향으로 들어오는 광신호들을 엇갈리게 파장별로 분리시켜주는 하나의 인터리버와 서로 다른 방향으로 진행하도록 하는 두개의 광 셔클레이터로 구성하는 방법
5. 제 1항에 있어서 단방향 광증폭기로서 에르븀(Er) 첨가 광섬유 증폭기, 프라세오돔(Pr) 첨가 광섬유 증폭기, 또는 반도체 레이저 증폭기를 사용하는 방법
6. 양방향으로 진행되는 파장 분할 다중 신호들을 한방향으로 파장을 엇갈리게 모아주는 광소자와 색분산을 보상해주는 하나의 색분산 보상 모듈과 단방향 광증폭기와 한방향으로 진행되는 광신호를 다시 양방향으로 파장을 엇갈리게 진행시키는 광소자로 구성된 양방향 파장 분할 다중 광증폭기
7. 제 6항에 있어서 양방향으로 진행되는 파장 분할 다중 신호들을 한방향으로 모아주는 광소자로서 양방향으로 진행되는 파장 분할 다중 신호들의 경로를 분리하고 서로 다른 방향으로 진행하도록 하는 두개의 3단자 광 셔클레이터와 양쪽에서 들어오는 광신호들을 파장별로 엇갈리게 모아주는 하나의 인터리버로 구성하는 방법
- 제 6항에 있어서 한방향으로 진행되는 광신호를 다시 양방향으로 진행시키는 광소자로 서로 다른 방향으로 들어오는 광신호들을 엇갈리게 파장별로 분리시켜주는 하나의 인터리버와 서로 다른 방향으로 진행하도록 하는 두개의 광 셔클레이터로 구성하는 방법
8. 제 6항에 있어서 단방향 광증폭기로서 에르븀(Er) 첨가 광섬유 증폭기, 프라세오돔(Pr) 첨가 광섬유 증폭기, 또는 반도체 레이저 증폭기를 사용하는 방법
9. 제 6항에 있어서 색분산 모듈로서 색분산 보상 광섬유(DCF) 또는 격자 광섬유를 사용하는 방법

4. 도면

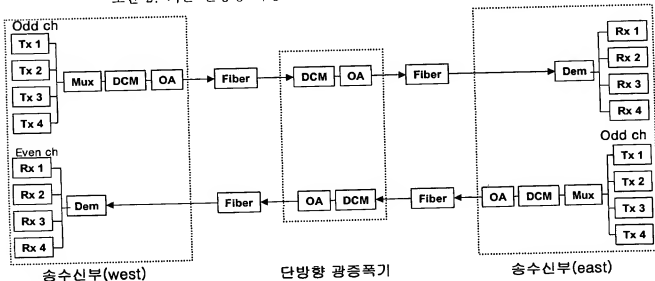
가. 종래기술의 도면



도면 1. 기존 단방향 파장 분할 다중 광전송 시스템



도면 2. 기존 단방향 파장 분할 다중 광전송 시스템의 파장 배치도



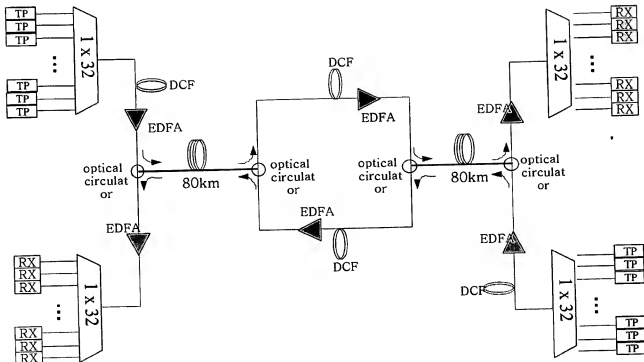
Tx : Transmitter, Rx : Receiver

Mux : Multiplexer, Dem: Demultiplexer

DCM : Dispersion compensation module

OA : Optical amplifier

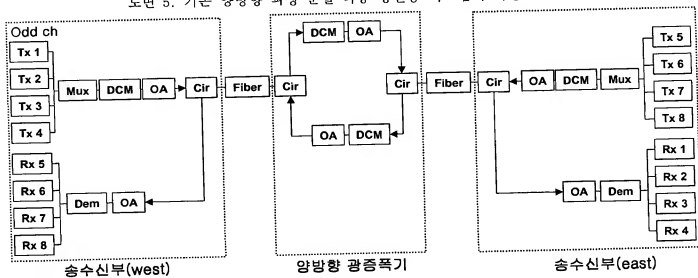
도면 3. 기존 단방향 파장 분할 다중 광전송 시스템 블록도



도면 4. 기존 양방향 파장 분할 다중 광전송 시스템



도면 5. 기존 양방향 파장 분할 다중 광전송 시스템의 파장 배치도



Tx : Transmitter, Rx : Receiver

Mux : Multiplexer, Dem: Demultiplexer

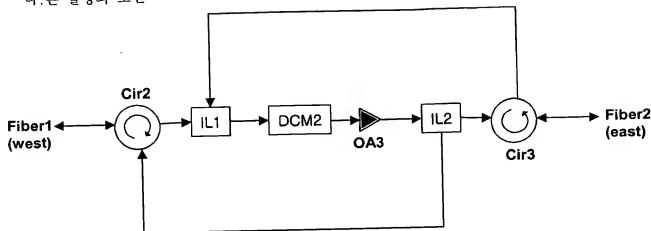
Cir : Optical circulator, OA : Optical amplifier

DCM : Dispersion compensation module

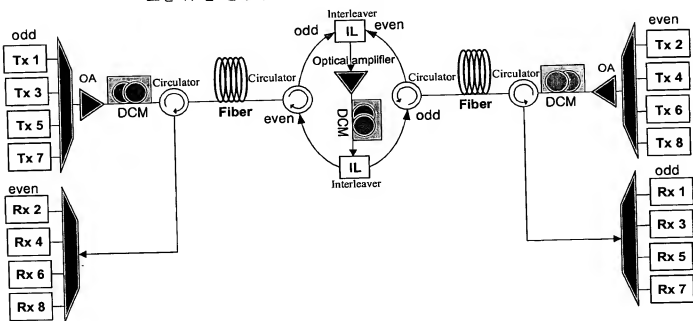
WDM: Wavelength division multiplexing

도면 6. 기존 양방향 파장 분할 다중 광전송 시스템 블록도

나. 본 발명의 도면



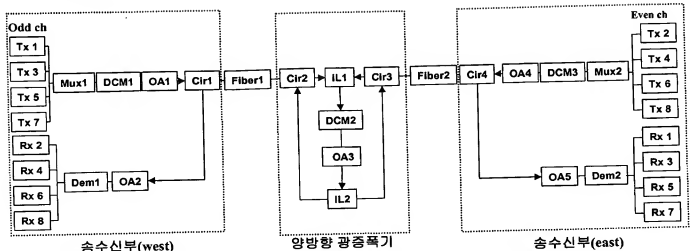
도면 7. 본 발명의 양방향 파장 분할 다중 광증폭기 시스템



도면 8. 본 발명이 적용된 파장 분할 다중 양방향 광전송 시스템



도면 9. 본 발명의 파장 분할 다중 양방향 광전송 시스템의 파장 배치도



Tx : Transmitter, Rx : Receiver

Mux : Multiplexer, Dem: Demultiplexer

Cir : Optical circulator, IL : Interleaver

DCM : Dispersion compensation module

OA : Optical amplifier, WDM: Wavelength division multiplexing

도면 10. 본 발명이 적용된 파장 분할 다중 양방향 광전송 시스템의 블록도

CERTIFICATE OF TRANSLATION

As a below named translator, I hereby declare that my residence and citizenship are as stated below next to my name and I hereby certify that I am conversant with both the English and Korean languages and the document enclosed herewith is a true English translation of the Invention Disclosure with respect to the Korean patent application No. **2001-17396** filed on **April 2, 2001**.

NAME OF THE TRANSLATOR : Seo-II Yoo

SIGNATURE :



Date

: June 30, 2004

RESIDENCE : MIHWA BLDG., 110-2, MYONGRYUN-DONG 4-GA,
CHONGRO-GU, SEOUL 110-524, KOREA

CITIZENSHIP : REPUBLIC OF KOREA

BI-DIRECTIONAL WDM OPTICAL AMPLIFIER SYSTEM

1. BACKGROUND OF THE INVENTION

5 a) Field of the Invention

A WDM (wavelength division multiplexing) optical transmission system transmits optical signals in one optical fiber by using various wavelengths, thereby improving transmission efficiency. In addition, the WDM optical transmission system can transmit optical signals regardless of a transmission rate
10 thereof, so the WDM optical transmission system has been widely utilized for a very high speed Internet, in which the amount of data transmission has recently been increasing.

When a long-distance data transmission is carried out by using the WDM optical transmission system, signal intensity may become reduced as a
15 transmission distance becomes long, so an optical amplifier is installed in a transmission route of the optical signals in order to amplify a signal having reduced intensity.

b) Description of the Related Art

20 A conventional WDM optical transmission system transmits only optical signals traveling in the same direction in one optical fiber, while using one-way amplifiers installed in a transmission route of the optical signals. In addition, the conventional WDM optical transmission system transmits signals traveling in an opposite direction by using another optical fiber while installing one-way
25 amplifiers in the transmission route of the optical signals (referring to FIG. 1).

Such a conventional WDM optical transmission system requires at least two strands of optical fibers for signal transmission. In addition, since the conventional WDM optical transmission system can use different optical fibers, it is possible to use the same wavelength band when transmitting signals. In this
30 case, it is necessary to provide optical amplifiers having the same wavelength

band (referring to FIG. 2).

In order to improve efficiency of an optical fiber and to reduce the number of optical devices to be used, a bidirectional WDM optical transmission system, in which bidirectional signals are transmitted through one strand of an optical fiber, has been proposed (referring to FIG. 4).

According to a conventional bidirectional WDM optical transmission system, optical signals are bidirectionally transmitted in an optical fiber through which the optical signals travel. However, bidirectional signals used for optical transmission may be divided into first bidirectional signals having a short wavelength band and a second bidirectional signals having a long wavelength band at nodes, in which optical signals are amplified, in such a manner that a one-way WDM optical amplifier can process the bidirectional signals. After that, the first and second bidirectional signals are again combined with each other so as to be bidirectionally transmitted.

15

c) Problem of Prior Art and Object of the Present Invention

-Problem of Prior Art

In a conventional bidirectional WDM optical transmission system, adjacent channels may exert an influence on each other when optical signals are transmitted with a smaller interval within an optical band having a limited optical wavelength, so it is difficult to transmit optical signals through a relatively large number of channels in one optical fiber. In addition, when optical signals are bidirectionally transmitted, two strands of optical fibers are necessary, so the number of optical devices may increase by two times (referring to FIG. 3).

In addition, according to the conventional bidirectional WDM optical transmission system, although optical signals are bidirectionally transmitted in one optical fiber through which the optical signals travel, two strands of one-way transmission type optical fibers are required at nodes in which optical signals are amplified. Thus, although the conventional bidirectional WDM optical transmission system may improve the efficiency of the optical fibers, the number

of optical devices used therefor cannot be reduced, but increased as compared with those of a one-way WDM optical transmission system (referring to FIG. 6).

Different from the one-way WDM optical transmission system, the conventional bidirectional WDM optical transmission system cannot use the optical signals having the same wavelength band. That is, the conventional bidirectional WDM optical transmission system uses optical signals by dividing wavelengths of the optical signals into a short wavelength band and a long wavelength band, so efficiency of using the wavelength can be improved by about two times as compared with that of a one-way WDM optical amplifier system (referring to FIG. 5).

-Object of the Present Invention

An object of the present invention is to provide a simple and effective bidirectional WDM optical transmission system (referring to FIG. 8) using a bidirectional WDM optical amplifier system capable of efficiently using an optical fiber, having a simple structure as compared with a structure of a conventional bidirectional WDM optical amplifier system, and using a one-way WDM optical amplifier, instead of a bidirectional WDM optical amplifier, without requiring bidirectional optical signals to be divided at nodes into first bidirectional optical signals having a short wavelength band and second bidirectional optical signals having a long wavelength band.

2. DETAILED DESCRIPTION OF THE PRESENT INVENTION

a) Construction of the Present Invention

A bidirectional WDM optical amplifier system of the present invention (referring to FIG. 7) includes an optical circulator for dividing routes of bidirectional optical signals transmitted to one side of the optical circulator in such a manner that the bidirectional optical signals are caused to proceed in different directions, an interleaver for narrowing an interval between adjacent channels through an interleaving method for optical signals transmitted to both

sides of the interleaver, a one-way optical amplifier for amplifying attenuated optical signals in a state in which bidirectional signals are combined with each other, and a DCM (dispersion compensation module) for compensating for chromatic dispersion created in an optical fiber through which the optical signals travel at a high speed.

b) Operation of the Present Invention

According to a bidirectional WDM optical transmission system using a bidirectional WDM optical amplifier system (referring to FIG. 10), odd optical signals (Tx1, Tx3, Tx5 and Tx7) transmitted from a west transmission section are introduced into a second optical circulator (cir2) through a first Mux (Mux1), a first DCM (DCM1), a first optical amplifier (OA1), a first optical circulator (cir1), and a first transmission optical fiber (Fiber1).

In addition, even optical signals (Tx2, Tx4, Tx6 and Tx8) transmitted from an east transmission section are introduced into a third optical circulator (cir3) through a second Mux (Mux2), a third DCM (DCM3), a fourth optical amplifier (OA4), a fourth optical circulator (cir4), and a second transmission optical fiber (Fiber2).

Optical signals transmitted into a west section of the bidirectional WDM optical transmission system (referring to FIG. 7) are introduced into a first interleaver (IL1) through the second optical circulator (cir2), and optical signals transmitted into an east section of the bidirectional WDM optical transmission system are introduced into the first interleaver (IL1) through the third optical circulator (cir3).

Optical signals coupled to each other at the first interleaver (IL1) are interleaved in such a manner that odd optical signals are inserted between even optical signals (referring to FIG. 9). Then, the optical signals are introduced into a second DCM (DCM2), and then, enter a second interleaver (IL2) through a third optical amplifier (OA3).

In the second interleaver (IL2), odd channels enter an east optical

circulator (cir3) and even channels enter a west optical circulator (cir2).

After that, odd channels are divided into several groups depending on wavelengths thereof while passing through the third optical circulator (cir3), the second transmission optical fiber (Fiber2), the fourth optical circulator(cir4), a fifth optical amplifier(OA5), and a second demultiplexer(Dem2). Then, odd channels enter receiving sections (Rx1, Rx3, Rx5, and Rx7).

In addition, even channels are divided into several groups depending on wavelengths thereof while passing through the second optical circulator (cir2), the first transmission optical fiber (Fiber1), the first optical circulator(cir1), the second optical amplifier(OA2), and a first demultiplexer(Dem1). Then, even channels enter receiving sections (Rx2, Rx4, Rx6, and Rx8).

c) Effect of the Present Invention

The bidirectional WDM optical transmission system according to the present invention can bidirectionally transmit optical signals so that transmission efficiency in an optical fiber can be improved. In addition, since the bidirectional WDM optical transmission system of the present invention has a simple structure, the number of optical devices, such as DCMs or optical amplifiers, used for the bidirectional WDM optical transmission system can be reduced. Furthermore, when transmitting optical signals, optical signals having odd wavelengths are interleaved between optical signals having even wavelengths, so that the wavelength band to be used can be reduced by a half, thereby improving efficiency of using the wavelength band. In addition, the bidirectional WDM optical transmission system of the present invention uses a one-way optical amplifier, instead of a complicated bidirectional optical amplifier, while bidirectionally transmitting the optical signals, so that the system can be stably operated.

3. CLAIMS

1. A bidirectional WDM optical amplifier system comprising:

a first optical device section for collecting bidirectional WDM signals in one direction such that bidirectional WDM signals having odd wavelengths are aligned between bidirectional WDM signals having even wavelengths;

a one-way optical amplifier; and

5 a second optical device section for allowing the collected bidirectional WDM signals to bidirectionally proceed.

2. The bidirectional WDM optical amplifier system as claimed in claim 1, wherein the first optical device section includes two 3-terminal optical circulators
10 for dividing routes of the bidirectional WDM signals such that the bidirectional WDM signals are proceeded in different directions, and an interleaver for collecting optical signals, which are transmitted to both sides of the interleaver, through an interleaving method.

15 3. The bidirectional WDM optical amplifier system as claimed in claim 1, wherein the second optical device section includes an interleaver for dividing optical signals, which are transmitted to one side of the interleaver, into several groups depending on wavelengths of the optical signals and two optical circulators for allowing optical signals to proceed in different directions.

20

4. The bidirectional WDM optical amplifier system as claimed in claim 1, wherein the one-way optical amplifier includes an erbium doped fiber amplifier, a praseodymium doped fiber amplifier, or a semiconductor laser amplifier.

25

5. A bidirectional WDM optical amplifier system comprising:

a first optical device section for collecting bidirectional WDM signals in one direction such that bidirectional WDM signals having odd wavelengths are aligned between bidirectional WDM signals having even wavelengths;

a dispersion compensation module for compensating for chromatic
30 dispersion of optical signals;

a one-way optical amplifier; and
a second optical device section for allowing the collected bidirectional WDM signals to bidirectionally proceed.

5 6. The bidirectional WDM optical amplifier system as claimed in claim 5, wherein the first optical device section includes two 3-terminal optical circulators for dividing routes of the bidirectional WDM signals such that the bidirectional WDM signals are proceeded in different directions, and an interleaver for collecting optical signals, which are transmitted to both sides of the interleaver,
10 through an interleaving method.

7. The bidirectional WDM optical amplifier system as claimed in claim 5, wherein the second optical device section includes an interleaver for dividing optical signals, which are transmitted to one side of the interleaver, into several
15 groups depending on wavelengths of the optical signals and two optical circulators for allowing optical signals to proceed in different directions.

8. The bidirectional WDM optical amplifier system as claimed in claim 5, wherein the one-way optical amplifier includes an erbium doped fiber amplifier,
20 a praseodymium doped fiber amplifier, or a semiconductor laser amplifier.

9. The bidirectional WDM optical amplifier system as claimed in claim 5, wherein the dispersion compensation module includes a dispersion compensation fiber or a bragg grating fiber.
25

4. DRAWINGS

FIG. 1 is a view showing a conventional one-way WDM optical transmission system;

FIG. 2 is a view showing a wavelength alignment of a conventional one-
30 way WDM optical transmission system;

FIG. 3 is a block view showing a conventional one-way WDM optical transmission system;

FIG. 4 is a block view showing a conventional bidirectional WDM optical transmission system;

5 FIG. 5 is a view showing a wavelength alignment of a conventional bidirectional WDM optical transmission system;

FIG. 6 is a block view showing a conventional bidirectional WDM optical transmission system;

FIG. 7 is a view showing a bidirectional WDM optical amplifier system
10 according to one embodiment of the present invention;

FIG. 8 is a view showing a bidirectional WDM optical transmission system equipped with a bidirectional WDM optical amplifier system according to one embodiment of the present invention;

FIG. 9 is a view showing a wavelength alignment of a bidirectional
15 WDM optical transmission system according to one embodiment of the present invention; and

FIG. 10 is a view showing a bidirectional WDM optical transmission system equipped with a bidirectional WDM optical amplifier system according to one embodiment of the present invention.

❖ 사건/파일 조회

사건	초안	일자	2001/03/23
발신일	Draft Application	수신일	-
제목	초안서		
의견	-		

파일명	파일설명
GY-200102-001(P0103010).hwp	명세서초안

닫기

출원초안 검토 의뢰서 (회송문서)

WRITTEN REQUEST OF REVIEW FOR DRAFT APPLICATION

수 신 (발명부서)	(광통신연구그룹), (이규웅)		
발 신 (특허부서)	(분당정보통신총괄 지적자산팀), (장영규), (031-779-7098)		
직무발명 접수번호	GY-200102-001		
직무발명 명칭 Title of Invention	양방향 파장 분할 다중 광증폭기 시스템 Bidirectional WDM Optical Amplifier System		
출 원 명 칭	광증폭기 및 이를 이용한 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템		
<p>첨부된 출원초안서는 발명신고서를 근거로 특허사무소에서 작성한 초안이므로 발명자의 의도와 발명의 권리가 제대로 기재되었는지 검토하시어 [()일반-수신 후 1주일 이내, ()긴급-수신 후 즉시] 까지 특허관리부서 담당자에게 상급로 회신(전송) 바랍니다.</p>			
<p>[발명자 초안검토 의견] 수정사항 : 유() / 무()</p> <p>0 수정사항 無 : 검토자 명기 후 특허관리부서 담당자 앞으로 상급로 전송요망.</p> <p>0 수정사항 有 : 삭제 문구는 대괄호([])에 빨간색, 추가 문구는 밑줄(_)에 파란색, 예) 삭제 시 : [0 0 0] 추가 시 : _ 0 0 0 _</p> <p>기타 수정사항은 아래의 <기타의견>란에 기록 후 상급로 전송요망.</p> <p><기타의견> :</p> <p style="text-align: right;">(검토자이름) / (검토일자)</p>			
<p>[특허부서 초안검토 의견]</p> <p style="text-align: right;">(장영규) / (검토일자)</p>			
<p>[사무소 초안작성 의견] <사무소 관리번호:P0103010></p> <p>발명자연담 : 했음() 안 했음() 기타(전화상담)</p> <p style="text-align: right;">(정 일 근/강 석 원) / (2001.3.23)</p> <p style="text-align: right;">Il-Geun JEONG/Seok-Won KANG Mar. 23, 2001</p> <p style="text-align: right;">(Employees of K.J. LEE)</p>			

【요약서】

【요약】

본 발명에 따른 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템은, 소정 파장 간격으로 파장 할당된 다수의 채널들로 이루어진 순방향 광신호를 전송하며, 각각 상기 각 채널 파장 사이의 파장이 할당된 다수의 채널들로 이루어진 역방향 광신호를 수신하는 제1 광송수신기와; 상기 역방향 광신호를 전송하며, 상기 순방향 광신호를 수신하는 제2 광송수신기와; 상기 제1 및 제2 광송수신기를 연결하며 상기 순방향 및 역방향 광신호의 전송 매체가 되는 광섬유와; 상기 광섬유 상에 설치되고, 상기 광섬유를 통해 양방향으로 수신된 상기 순방향 광신호의 채널들과 상기 역방향 광신호의 채널들을 파장별로 인터리빙하며, 그 인터리빙된 광신호를 증폭하고, 그 증폭된 광신호를 파장별로 상기 순방향 및 역방향 광신호로 분리하며, 그 분리된 순방향 및 역방향 광신호를 상기 광섬유를 통해 양방향으로 전송하는 양방향 파장분할 다중 광증폭기를 포함한다.

【대표도】

도 4

【색인어】

파장분할 다중, 광증폭기, 광통신 시스템

【명세서】

【발명의 명칭】

광증폭기 및 이를 이용한 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템(OPTICAL AMPLIFIER AND BIDIRECTIONAL WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM USING THAT)

【도면의 간단한 설명】

- 도 1은 종래의 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템을 나타내는 도면,
- 도 2는 도 1에 도시된 순방향 광신호 및 역방향 광신호를 나타내는 그래프,
- 도 3은 도 1에 도시된 광증폭기를 나타낸 도면,
- 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 양방향 파장분할 다중 시스템을 나타내는 도면,
- 도 5는 도 4에 도시된 순방향 광신호 및 역방향 광신호를 나타내는 그래프,
- 도 6은 도 3에 도시된 광증폭기를 나타낸 도면.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 양방향 파장분할 다중 광통신(bidirectional wavelength division multiplexing optical communication)에 관한 것으로서, 특히 광증폭기(optical amplifier) 및 이를 이용한 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템에 관한 것이다.

파장분할 다중 광통신 시스템은 파장에 따른 다수의 채널(channel)을 광섬유를 통해 전송하며, 전송 효율 및 전송량이 우수하여 초고속 인터넷 망(internet)에 널리 쓰이고 있다. 이 때, 상기 광섬유를 통해 전송되는 각 채널은 진행 거리에 따라서 감쇠되므로, 상기 광섬유 상에 상기 감쇠된 채널들을 증폭하는 광증폭기가 설치된다.

도 1은 종래의 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템을 나타내는 도면이다. 도 1에는 제1 광송수신기(100), 광증폭기(200), 제2 광송수신기(300) 및 광섬유(400)로 구성되는 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템이 도시되어 있고, 상기 제1 광송수신기(100)에서 상기 제2 광송수신기(300)로 전송되는

광신호를 순방향 광신호(115)라고 지칭하며, 그 역방향으로 전송되는 광신호를 역방향 광신호(315)라고 지칭한다. 이 때, 상기 순방향 및 역방향 광신호(115 및 315)는 각각 파장에 따른 다수의 채널로 구성된다.

상기 제1 광송수신기(100)는 다수의 제1 전송부(110, transmitter), 다수의 제1 수신부(180, receiver)와, 제1 파장분할 다중화기(120, wavelength division multiplexer)와, 제1 파장분할 역다중화기(170, wavelength division demultiplexer)와, 제1 분산보상 광섬유(130, dispersion compensation fiber)와, 제1 및 제2 증폭부(140 및 160)와, 제1 써클레이터(150, optical circulator)로 구성된다.

상기 다수의 제1 전송부(110)는 각각 서로 다른 파장을 가지는 채널들을 출력하며, 상기 제1 파장분할 다중화기(120)는 상기 다수의 제1 전송부(110)로부터 입력되는 다수의 채널들을 다중화한 순방향 광신호(115)를 출력한다.

상기 제1 분산보상 광섬유(130)는 상기 순방향 광신호(115)의 분산을 보상하여 출력하며, 이 때 분산이란 상기 순방향 광신호(115)를 구성하는 채널들이 서로 다른 파장을 가짐에 따라서 발생하는 상기 순방향 광신호(115)의 신호 왜곡을 지칭한다.

상기 제1 증폭부(140)는 상기 순방향 광신호(115)를 증폭하여 출력하며, 그 구성 예로, Erbium 이온(Erbium ion)의 유도 방출을 이용하여 증폭하는 Erbium 첨가 광섬유(Erbium doped fiber), 상기 Erbium 이온을 여기시키기 위한 펌핑광(pumping light)을 출력하는 레이저 다이오드(laser diode), 상기 펌핑광을 상기 Erbium 첨가 광섬유로 입력시키기 위한 파장선택 결합기(wavelength selection coupler)로 구성될 수 있다.

상기 제1 써클레이터(150)는 상기 제1 증폭부(130)로부터 입력되는 순방향 광신호(115)는 상기 광섬유(400)를 통해 상기 광증폭기(200)로 전송하며, 상기 광증폭기(200)로부터 수신된 역방향 광신호(315)는 상기 제2 증폭부(160)로 출력한다.

상기 제2 증폭부(160)는 입력된 상기 역방향 광신호(315)를 증폭하여 상기 제1 파장분할 역다중화기(170)로 출력한다.

상기 제1 파장분할 역다중화기(170)는 상기 역방향 광신호(315)를 각각 서로 다른 파장을 가지는 다수의 채널들로 분리하여 출력한다.

상기 다수의 제1 수신부(180)는 상기 다수의 채널들을 입력받는다.

상기 광섬유(400)는 상기 제1 광송수신기(100) 및 제2 광송수신기(300)를 연결하며, 상기 순방

향 및 역방향 광신호(115 및 315)의 전송 매체가 된다.

상기 광증폭기(200)는 제2 및 제3 씨클레이터(210 및 240)와, 제2 및 제3 분산보상 광섬유(220 및 250)와, 제3 및 제4 증폭부(230 및 260)로 구성된다.

상기 제2 씨클레이터(240)는 상기 제1 광송수신기(100)로부터 상기 광섬유(400)를 통해 수신된 순방향 광신호(115)는 상기 제2 분산보상 광섬유(230)로 출력하며, 상기 제4 증폭부(260)로부터 입력된 역방향 광신호(315)는 상기 광섬유(400)를 통해 상기 제1 광송수신기(100)로 전송한다.

상기 제2 분산보상 광섬유(220)는 상기 순방향 광신호(115)를 분산 보상하여 출력하며, 상기 제3 증폭부(230)는 상기 분산 보상된 순방향 광신호(115)를 증폭하여 상기 제3 씨클레이터(240)로 출력한다.

상기 제3 씨클레이터(240)는 입력된 상기 순방향 광신호(115)를 상기 광섬유(400)를 통해 상기 제2 광송수신기(300)로 전송하며, 상기 제2 광송수신기(300)로부터 상기 광섬유(400)를 통해 입력된 역방향 광신호(315)를 상기 제3 분산보상 광섬유(250)로 출력한다.

상기 제3 분산보상 광섬유(250)는 상기 역방향 광신호(315)를 분산 보상하여 출력하며, 상기 제4 증폭부(260)는 상기 분산 보상된 역방향 광신호(315)를 증폭하여 상기 제2 씨클레이터(210)로 출력한다.

상기 제2 광송수신기(300)는 다수의 제2 전송부(310)와, 다수의 제2 수신부(380)와, 제2 파장분할 다중화기(320)와, 제2 파장분할 역다중화기(370)와, 제4 분산보상 광섬유(330)와, 제5 및 제6 증폭부(340 및 360)와, 제4 씨클레이터(350)로 구성된다.

상기 다수의 제2 전송부(310)는 각각 서로 다른 파장의 채널을 출력하며, 상기 채널들은 역방향 광신호(315)를 구성한다.

상기 제2 파장분할 다중화기(320)는 상기 다수의 제2 전송부(310)로부터 입력되는 다수의 채널들을 다중화한 역방향 광신호(315)를 출력한다.

상기 제2 분산보상 광섬유(330)는 상기 역방향 광신호(315)를 분산 보상하여 출력하며, 상기 제5 증폭부(340)는 상기 역방향 광신호(315)를 증폭하여 출력한다.

상기 제4 씨클레이터(350)는 상기 제5 증폭부(340)로부터 입력된 역방향 광신호(315)는 상기 광섬유(400)를 통해 상기 광증폭기(200)로 전송하며, 상기 광증폭기(200)로부터 상기 광섬유(400)를 통해 입력된 순방향 광신호(115)는 상기 제6 광증폭부(360)로 출력한다.

상기 제6 증폭부(360)는 입력된 상기 순방향 광신호(115)를 증폭하여 상기 제2 파장분할 역다중화기(370)로 전송한다.

상기 제2 파장분할 역다중화기(370)는 입력된 순방향 광신호(115)를 각각 서로 다른 파장을 가지는 다수의 채널들로 분리하여 출력하며, 상기 다수의 제2 수신부(380)는 상기 다수의 채널들을 입력받는다.

도 2는 도 1에 도시된 순방향 광신호(115) 및 역방향 광신호(315)를 나타내는 그래프이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 도 1에 도시된 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템에서 사용되는 파장 대역은 1532 nm ~ 1554 nm이며, 상기 순방향 또는 역방향 광신호(115 또는 315)를 구성하는 인접 채널들간의 파장 간격은 2 nm임을 알 수 있다. 또한, 상기 순방향 광신호(115)의 파장 대역은 1532 nm ~ 1542 nm이며, 상기 역방향 광신호(315)의 파장 대역은 1544 nm ~ 1554 nm이다. 즉, 상기 순방향 광신호(115)는 상대적으로 단파장 대역에, 상기 역방향 광신호(315)는 상대적으로 장파장 대역에 분포되어 있는 것이다. 또한, 광섬유 내를 진행하는 광신호는 분산, 산란 등의 이유로 신호 왜곡을 겪게 되며, 이러한 신호 왜곡이 심할 경우에 상기 광신호를 구성하는 채널들을 구분할 수 없게 되는 경우가 발생한다. 따라서, 이러한 광신호의 신호 왜곡을 고려하여 인접 채널들간의 파장 간격이 설정되며, 이러한 파장 간격을 최소 파장 간격이라고 지칭한다. 또한, 사용할 수 있는 파장 대역도 광섬유의 손실 특성에 기인한 광신호의 감쇠 등을 이유로 제한되며, 이러한 사용 가능한 파장 대역을 최대 파장 대역이라고 지칭한다. 도 1에 도시된 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템에서 최대 파장 대역이 1532 nm ~ 1554 nm이며 최소 파장 간격은 2 nm이라고 한다면, 최대로 전송 가능한 광신호의 채널수는 12가 된다.

도 3은 도 1에 도시된 광증폭기(200)를 나타낸 도면이다. 도시된 바와 같이, 상기 광증폭기(200)는 제2 및 제3 씨클레이터(210 및 240)와, 제2 및 제3 분산보상 광섬유(220 및 250)와, 제1 및 제2 아이솔레이터(232 및 262, optical isolator)와, 제1 및 제2 어블첨가 광섬유(234 및 264)와, 제1 및 제2 파장선택 결합기(238 및 266)와, 제1 및 제2 레이저 다이오드(236 및 266)로 구성된다. 또한, 도 1에 도시된 제1, 제2, 제5 및 제6 증폭부(140, 160, 340 및 360)는 각각 도 3에 도시된 제3 증폭부(230) 또는 제4 증폭부(260)와 동일한 구성을 가진다. 이하 증폭 기술되는 부분은 생략하기로 한다.

상기 제1 아이솔레이터(232)는 상기 제2 분산보상 광섬유(220)로부터 입력되는 순방향 광신호(115)를 통과시키며, 그 역방향으로 진행하는 광은 통과시키지 않는다. 따라서, 상기 제1 레이저 다이오드(236)에서 출력되어 상기 제1 어블첨가 광섬유(234)를 지나는 편평광(237)은 상기 제1 아이솔레이터

(232)를 통과할 수 없다.

상기 제1 어블첨가 광섬유(234)는 여기된 어블 이온의 유도 방출 효과를 이용하여 상기 순방향 광신호(115)를 증폭하여 출력한다.

상기 제1 레이저 다이오드(236)는 상기 어블 이온을 여기시키는데 필요한 펌핑광(237)을 출력하며, 상기 제1 파장선택 결합기(238)는 상기 증폭된 순방향 광신호(115)는 그대로 투과시켜서 상기 제3 셔클레이터(240)에 입력되도록 하며 상기 제1 레이저 다이오드로(236)부터 입력된 펌핑광(237)은 상기 제1 어블첨가 광섬유(234)로 입력되도록 한다.

상기 제2 아이솔레이터(262)는 상기 제3 분산보상 광섬유(250)로부터 입력되는 역방향 광신호(315)를 통과시키며, 그 역방향으로 진행하는 광은 통과시키지 않는다. 따라서, 상기 제2 레이저 다이오드(266)에서 출력되어 상기 제2 어블첨가 광섬유(264)를 지나는 펌핑광(267)은 상기 제2 아이솔레이터(262)를 통과할 수 없다.

상기 제2 어블첨가 광섬유(264)는 상기 역방향 광신호(315)를 증폭하여 출력한다.

상기 제2 레이저 다이오드(266)는 펌핑광(267)을 출력하며, 상기 제2 파장선택 결합기(268)는 상기 증폭된 역방향 광신호(315)는 그대로 투과시켜서 상기 제2 셔클레이터(210)에 입력되도록 하며 상기 제2 레이저 다이오드(266)로부터 입력된 펌핑광(267)은 상기 제2 어블첨가 광섬유(264)로 입력되도록 한다.

도시되지는 않았으나, 상기 각 광섬유 증폭부(140, 160, 230, 260, 340 또는 360)는 상기 각 레이저 다이오드(236 또는 266)에 구동 전류를 공급하기 위한 레이저 다이오드 구동부 등을 추가로 구비해야 하며, 각 어블첨가 광섬유(234 또는 264)의 증폭율이 입력되는 광신호의 파장에 따라 균일하지 않음으로 인하여 발생하는 이득 불균형을 보상하기 위한 이득 평탄화부가 추가로 구비될 수 있다.

상술한 바와 같이, 종래의 광증폭기는 순방향 광신호와 역방향 광신호를 각각 증폭하는 구조를 가짐에 따라서, 그 구성 소자가 중복되어 설치되어야 한다는 문제점이 있다. 즉, 고가의 분산보상 광섬유가 복수 설치되어야 하며, 광증폭부도 복수 설치되어야 한다. 따라서, 종래의 광증폭기는 고가의 제작비 및 유지비를 필요로 하며, 그 집적도가 떨어진다는 문제점이 있다.

종래의 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템은 사용파장 대역을 장파장 및 단파장 대역으로 양분하여 순방향 및 역방향 광신호에 할당함으로써, 그 최대 파장 대역에서의 채널 밀도가 떨어진다는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

따라서, 본 발명의 목적은 제작비가 저렴하며 높은 집적도를 가지는 광증폭기를 제공함에 있다.

또한, 본 발명의 목적은 최대 파장 대역에서의 채널 밀도를 높일 수 있는 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템을 제공함에 있다.

상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따라 각각 파장분할 다중화된 광신호를 송수신하는 제1 및 제2 광송수신기와, 상기 제1 및 제2 광송수신기를 연결하며 상기 제1 광송수신기에서 상기 제2 광송수신기로 진행하며 다수의 채널들로 구성된 순방향 광신호와 상기 제2 광송수신기에서 상기 제1 광송수신기로 진행하며 다수의 채널들로 구성된 역방향 광신호의 전송 매체인 광섬유를 구비하는 양방향 파장분할 다중 시스템에서 상기 순방향 및 역방향 광신호를 증폭하기 위한 양방향 파장분할 다중 광증폭기는,

제1 단을 통해 입력된 상기 순방향 광신호의 채널들과, 제2 단을 통해 입력된 상기 역방향 광신호의 채널들을 파장별로 인터리빙하며, 그 인터리빙된 광신호를 제3 단을 통해 출력하는 제1 인터리버와;

상기 제1 인터리버의 제3 단을 통해 입력된 인터리빙된 광신호를 증폭하며, 그 증폭된 광신호를 출력하는 광섬유 증폭부와;

제3 단을 통해 입력된 상기 증폭된 광신호를 파장별로 상기 순방향 및 역방향 광신호로 분리하며, 그 분리된 순방향 및 역방향 광신호를 각각 제1 단 및 제2 단을 통해 출력하는 제2 인터리버를 포함한다.

더욱이, 본 발명에 따른 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템은,

소정 파장 간격으로 파장 할당된 다수의 채널들로 이루어진 순방향 광신호를 전송하며, 각각 상기 각 채널 파장 사이의 파장이 할당된 다수의 채널들로 이루어진 역방향 광신호를 수신하는 제1 광송수신기와;

상기 역방향 광신호를 전송하며, 상기 순방향 광신호를 수신하는 제2 광송수신기와;

상기 제1 및 제2 광송수신기를 연결하며 상기 순방향 및 역방향 광신호의 전송 매체가 되는 광섬유와;

상기 광섬유 상에 설치되고, 상기 광섬유를 통해 양방향으로 수신된 상기 순방향 광신호의 채

널들과 상기 역방향 광신호의 채널들을 파장별로 인터리빙하며, 그 인터리빙된 광신호를 증폭하고, 그 증폭된 광신호를 파장별로 상기 순방향 및 역방향 광신호로 분리하며, 그 분리된 순방향 및 역방향 광신호를 상기 광섬유를 통해 양방향으로 전송하는 양방향 파장분할 다중 광증폭기를 포함한다.

【발명의 구성】

이하 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 하기 설명에서는 구체적인 구성 소자 등과 같은 특정 사항들이 나타나고 있는데 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐 이러한 특정 사항들이 본 발명의 범위 내에서 소정의 변형이나 혹은 변경이 이루어질 수 있음은 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명하다 할 것이다.

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 양방향 파장분할 다중 시스템을 나타내는 도면이다. 도 4에는 제1 광송수신기(500), 광증폭기(600), 제2 광송수신기(700) 및 광섬유(800)로 구성되는 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템이 도시되어 있고, 상기 제1 광송수신기(500)에서 상기 제2 광송수신기(700)로 전송되는 광신호를 순방향 광신호(515)라고 지칭하며, 그 역방향으로 전송되는 광신호를 역방향 광신호(715)라고 지칭한다. 이 때, 상기 순방향 및 역방향 광신호(515 및 715)는 각각 파장에 따른 다수의 채널로 구성된다. 또한, 상기 순방향 광신호(515)는 소정 파장 간격으로 파장 할당된 다수의 채널들로 이루어지며, 상기 역방향 광신호(715)는 각각 상기 각 채널 파장 사이의 파장이 할당되는 다수의 채널들로 이루어진다.

상기 제1 광송수신기(500)는 다수의 제1 전송부(510), 다수의 제1 수신부(570)와, 제1 파장분할 다중화기(520)와, 제1 파장분할 역다중화기(560)와, 제1 증폭부(530)와, 제1 분산보상 모듈(540, dispersion compensation module)과, 제1 세클레이터(550)로 구성된다.

상기 다수의 제1 전송부(510)는 각각 서로 다른 파장을 가지는 채널들을 출력하며, 상기 제1 파장분할 다중화기(520)는 상기 다수의 제1 전송부(510)로부터 입력되는 다수의 채널들을 다중화한 순방향 광신호(515)를 출력한다.

상기 제1 증폭부(530)는 상기 순방향 광신호(515)를 증폭하여 출력하며, 상기 제1 분산보상 모듈(540)은 상기 순방향 광신호(515)의 분산을 보상, 즉 상기 순방향 광신호(515)를 구성하는 채널들이 서로 다른 파장을 가짐에 따라서 발생하는 상기 순방향 광신호(515)의 신호 왜곡을 보상하여 출력한다. 이 때, 상기 제1 분산보상 모듈(540)은 분산보상 광섬유 또는 분산 보상용 광섬유 격자 동일 수 있다.

상기 제1 셔클레이터(550)는 상기 제1 분산보상 모듈(540)로부터 입력되는 순방향 광신호(515)는 상기 광섬유(800)를 통해 상기 광증폭기(600)로 진송하며, 상기 광증폭기(600)로부터 수신된 역방향 광신호(715)는 상기 제1 파장분할 역다중화기(560)로 출력한다.

상기 제1 파장분할 역다중화기(560)는 상기 역방향 광신호(715)를 각각 서로 다른 파장을 가지는 다수의 채널들로 분리하여 출력하며, 상기 다수의 제1 수신부(570)는 상기 다수의 채널들을 입력받는다.

상기 광섬유(800)는 상기 제1 광송수신기(500) 및 제2 광송수신기(700)를 연결하며, 상기 순방향 및 역방향 광신호(515 및 715)의 전송 매체가 된다.

상기 광증폭기(600)는 제2 및 제3 셔클레이터(610 및 660)와, 제1 및 제2 인터리버(620 및 650, interleaver)와, 제2 증폭부(630)와, 제2 분산보상 모듈(640)로 구성된다.

상기 제2 셔클레이터(610)는 상기 제1 광송수신기(500)로부터 상기 광섬유(800)를 통해 수신된 순방향 광신호(515)는 상기 제1 인터리버(620)의 제1 단으로 분배하며, 상기 제2 인터리버(650)의 제1 단으로부터 입력된 역방향 광신호(715)는 상기 광섬유(800)를 통해 상기 제1 광송수신기(500)로 진송한다.

상기 제1 인터리버(620)는 제1 단을 통해 입력된 상기 순방향 광신호(515)의 채널들과 제2 단을 통해 입력된 상기 역방향 광신호(715)의 채널들을 파장별로 인터리빙(interleaving)하며, 그 인터리빙된 광신호(625)를 제3 단을 통해 출력한다. 즉, 상기 인터리빙된 광신호(625)는 상기 순방향 및 역방향 광신호(515 및 715)를 구성하는 채널들로 이루어진다.

상기 제2 광섬유 증폭부(630)는 상기 제1 인터리버(620)의 제3 단을 통해 입력된 인터리빙된 광신호(625)를 증폭하며, 그 증폭된 광신호(625)를 출력한다.

상기 제2 분산보상 모듈(640)은 상기 증폭된 광신호(625)를 분산 보상하여 상기 제2 인터리버(650)의 제3 단으로 출력한다.

상기 제2 인터리버(650)는 제3 단을 통해 입력된 상기 광신호(625)를 파장별로 상기 순방향 및 역방향 광신호(515 및 715)로 분리하며, 그 분리된 순방향 및 역방향 광신호(515 및 715)를 각각 제1 단 및 제2 단을 통해 출력한다.

상기 제3 셔클레이터(660)는 상기 광섬유(800)를 통해 수신된 역방향 광신호(715)는 상기 제1 인터리버(620)의 제2 단으로 분배하며, 상기 제2 인터리버(650)의 제2 단으로부터 입력된 역방향 광신

호(715)는 상기 광섬유(800)를 통해 전송한다.

상기 제2 광송수신기(700)는 다수의 제2 전송부(710), 다수의 제2 수신부(770)와, 제2 파장분할 다중화기(720)와, 제2 파장분할 역다중화기(760)와, 제3 증폭부(730)와, 제3 분산보상 광섬유(740)와, 제4 섀플레이터(750)로 구성된다.

상기 다수의 제2 전송부(710)는 각각 서로 다른 파장의 채널을 출력하며, 상기 채널들은 역방향 광신호(715)를 구성한다.

상기 제2 파장분할 다중화기(720)는 상기 다수의 제2 전송부(710)로부터 입력되는 다수의 채널들을 다중화한 역방향 광신호(715)를 출력한다.

상기 제3 증폭부(730)는 상기 역방향 광신호(715)를 증폭하여 출력하며, 상기 제3 분산보상 모듈(740)은 상기 증폭된 역방향 광신호(715)를 분산 보상하여 출력한다.

상기 제4 섀플레이터(750)는 상기 제3 분산보상 모듈(740)로부터 입력된 역방향 광신호(715)는 상기 광섬유(800)를 통해 상기 광증폭기(600)로 전송하며, 상기 광증폭기(600)로부터 상기 광섬유(800)를 통해 입력된 순방향 광신호(515)는 상기 제2 파장분할 역다중화기(760)로 출력한다.

상기 제2 파장분할 역다중화기(760)는 입력된 순방향 광신호(515)를 각각 서로 다른 파장을 가지는 다수의 채널들로 분리하여 출력하며, 상기 다수의 제2 수신부(770)는 상기 다수의 채널들을 입력 받는다.

도 5는 도 4에 도시된 순방향 광신호 및 역방향 광신호(515 및 715)를 나타내는 그래프이다. 도시된 바와 같이, 도 1에 도시된 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템에서 사용되는 파장 대역은 1531 nm ~ 1554 nm이며, 상기 순방향 또는 역방향 광신호(515 또는 715)를 구성하는 인접 채널들간의 파장 간격은 2 nm임을 알 수 있다. 또한, 상기 순방향 광신호(515)를 구성하는 채널의 파장은 각각 1531, 1533, 1535, 1537, 1539, 1541, 1543, 1545, 1547, 1549, 1551, 1553 nm이며, 상기 역방향 광신호(715)를 구성하는 채널의 파장은 각각 1532, 1534, 1536, 1538, 1540, 1542, 1544, 1546, 1548, 1550, 1552, 1554 nm이다. 즉, 상기 순방향 광신호(515)는 각각 2 nm의 최소 파장 간격으로 파장 할당된 다수의 채널들로 이루어지며, 상기 역방향 광신호(715)는 각각 상기 각 채널 파장 사이의 파장이 할당되는 다수의 채널들로 이루어진다. 또한, 최대로 전송 가능한 광신호의 채널수는 24이며, 도 1에 도시된 시스템과 비교하면 동일한 파장 대역에서 약 두 배의 채널 밀도를 가짐을 알 수 있다.

도 6은 도 3에 도시된 광증폭기(600)를 나타낸 도면이다. 도시된 바와 같이, 상기 광증폭기

(600)는 제2 및 제3 씨클레이터(610 및 660)와, 제1 및 제2 인터리버(620 및 650)와, 아이슬레이터(632)와, 어블침가 광섬유(634)와, 파장선택 결합기(638)와, 레이저 다이오드(636)와, 제2 분산보상 모듈(640)로 구성된다. 또한, 도 3에 도시된 제1 및 제3 증폭부(530 및 730)는 각각 도 6에 도시된 제2 증폭부(630)와 동일한 구성을 가진다. 이하 중복 기술되는 부분은 생략하기로 한다.

상기 아이슬레이터(632)는 상기 제1 인터리버(620)의 제3 단으로부터 입력되는 광신호(625)를 통과시키며, 그 역방향으로 진행하는 광은 통과시키지 않는다. 이 때, 상기 광신호(625)는 상기 순방향 및 역방향 광신호(515 및 715)를 구성하는 채널들로 이루어진다. 따라서, 상기 레이저 다이오드(636)에서 출력되어 상기 어블침가 광섬유(634)를 지나는 펄스광(637)은 상기 아이슬레이터(632)를 통과할 수 없다.

상기 어블침가 광섬유(634)는 여기된 어블 이온의 유도 방출 효과를 이용하여 상기 광신호(625)를 증폭하여 출력한다. 또한, 상기 어블침가 광섬유(634)는 프라세오뎴 첨가 광섬유(Pr doped fiber)로 대체될 수 있다. 상기 프라세오뎴 첨가 광섬유는 여기된 프라세오뎴 이온의 유도 방출 효과를 이용하여 입력된 광신호를 증폭한다.

상기 레이저 다이오드(636)는 상기 어블 이온을 여기시키는데 필요한 펄스광(637)을 출력하며, 상기 파장선택 결합기(638)는 상기 증폭된 광신호(625)는 그대로 투과시켜서 상기 제2 인터리버(650)의 제3단에 입력되도록 하며 상기 레이저 다이오드(636)로부터 입력된 펄스광은 상기 어블침가 광섬유(634)로 입력되도록 한다.

【발명의 효과】

상기한 바와 같이 본 발명에 따른 광증폭기는 순방향 및 역방향 광신호의 채널들을 인터리빙하며 그 인터리빙된 광신호를 증폭함에 따라서 종래에 비하여 중복되는 구성 소자의 수를 줄임으로 인하여 저렴한 제작비 및 높은 집적도를 실현할 수 있다는 이점이 있다.

또한, 본 발명에 따른 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템은 소정 파장 간격으로 파장 할당된 다수의 채널들로 이루어진 순방향 광신호와, 각각 상기 각 채널 파장 사이의 파장이 할당되는 다수의 채널들로 이루어진 역방향 광신호를 전송함으로써 최대 파장 대역에서의 채널 밀도를 최대화할 수 있다는 이점이 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

각각 파장분할 다중화된 광신호를 송수신하는 제1 및 제2 광송수신기와, 상기 제1 및 제2 광송수신기를 연결하며 상기 제1 광송수신기에서 상기 제2 광송수신기로 진행하며 다수의 채널들로 구성된 순방향 광신호와 상기 제2 광송수신기에서 상기 제1 광송수신기로 진행하며 다수의 채널들로 구성된 역방향 광신호의 전송 매체인 광섬유를 구비하는 양방향 파장분할 다중 시스템에서 상기 순방향 및 역방향 광신호를 증폭하기 위한 광증폭기에 있어서,

제1 단을 통해 입력된 상기 순방향 광신호의 채널들과, 제2 단을 통해 입력된 상기 역방향 광신호의 채널들을 파장별로 인터리빙하며, 그 인터리빙된 광신호를 제3 단을 통해 출력하는 제1 인터리버와;

상기 제1 인터리버의 제3 단을 통해 입력된 인터리빙된 광신호를 증폭하며, 그 증폭된 광신호를 출력하는 광섬유 증폭부와;

제3 단을 통해 입력된 상기 증폭된 광신호를 파장별로 상기 순방향 및 역방향 광신호로 분리하며, 그 분리된 순방향 및 역방향 광신호를 각각 제1 단 및 제2 단을 통해 출력하는 제2 인터리버를 포함함을 특징으로 하는 광증폭기.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 광섬유를 통해 수신된 순방향 광신호는 상기 제1 인터리버의 제1 단으로 분배하며, 상기 제2 인터리버의 제1 단으로부터 입력된 역방향 광신호는 상기 광섬유를 통해 전송하는 제1 셔클레이터와;

상기 광섬유를 통해 수신된 역방향 광신호는 상기 제1 인터리버의 제2 단으로 분배하며, 상기 제2 인터리버의 제2 단으로부터 입력된 역방향 광신호는 상기 광섬유를 통해 전송하는 제2 셔클레이터를 더 구비함을 특징으로 하는 광증폭기.

【청구항 3】

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 인터리버의 제3 단과 상기 제2 인터리버의 제3 단의 사이에 상기 인터리빙된 광신호의 분산을 보상하기 위한 분산보상 모듈을 더 구비함을 특징으로 하는 광증폭기.

【청구항 4】

양방향 파장분할 다중 광통신 시스템에 있어서,

소정 파장 간격으로 파장 할당된 다수의 채널들로 이루어진 순방향 광신호를 전송하며, 각각 상기 각 채널 파장 사이의 파장이 할당된 다수의 채널들로 이루어진 역방향 광신호를 수신하는 제1 광송수신기와;

상기 역방향 광신호를 전송하며, 상기 순방향 광신호를 수신하는 제2 광송수신기와;

상기 제1 및 제2 광송수신기를 연결하며 상기 순방향 및 역방향 광신호의 전송 매체가 되는 광섬유와;

상기 광섬유 상에 설치되고, 상기 광섬유를 통해 양방향으로 수신된 상기 순방향 광신호의 채널들과 상기 역방향 광신호의 채널들을 파장별로 인터리빙하며, 그 인터리빙된 광신호를 증폭하고, 그 증폭된 광신호를 파장별로 상기 순방향 및 역방향 광신호로 분리하며, 그 분리된 순방향 및 역방향 광신호를 상기 광섬유를 통해 양방향으로 전송하는 광증폭기를 포함함을 특징으로 하는 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템.

【청구항 5】

제4항에 있어서, 상기 광증폭기는

제1 단을 통해 입력된 상기 순방향 광신호의 채널들과, 제2 단을 통해 입력된 상기 역방향 광신호의 채널들을 파장별로 인터리빙하며, 그 인터리빙된 광신호를 제3 단을 통해 출력하는 제1 인터리버와;

상기 제1 인터리버의 제3 단을 통해 입력된 인터리빙된 광신호를 증폭하며, 그 증폭된 광신호를 출력하는 광섬유 증폭부와;

제3 단을 통해 입력된 상기 증폭된 광신호를 파장별로 상기 순방향 및 역방향 광신호로 분리하며, 그 분리된 순방향 및 역방향 광신호를 각각 제1 단 및 제2 단을 통해 출력하는 제2 인터리버와;

상기 광섬유를 통해 수신된 순방향 광신호는 상기 제1 인터리버의 제1 단으로 분배하며, 상기

제2 인터리버의 제1 단으로부터 입력된 역방향 광신호는 상기 광섬유를 통해 전송하는 제1 셔클레이터와;

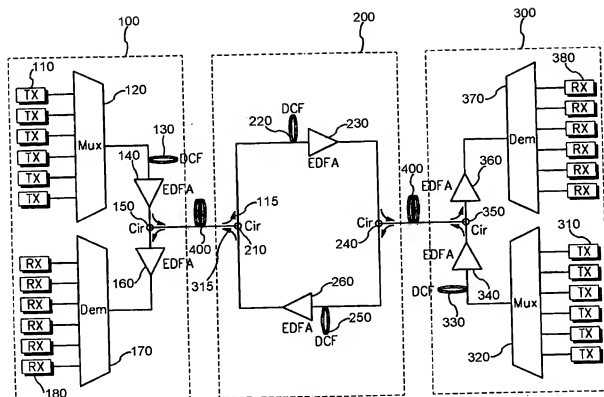
상기 광섬유를 통해 수신된 역방향 광신호는 상기 제1 인터리버의 제2 단으로 분배하며, 상기 제2 인터리버의 제2 단으로부터 입력된 역방향 광신호는 상기 광섬유를 통해 전송하는 제2 셔클레이터를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템.

【청구항 6】

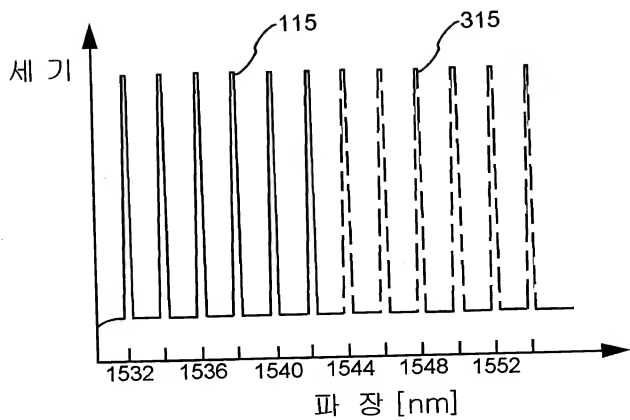
제5항에 있어서, 상기 광증폭기는

상기 제1 인터리버의 제3 단과 상기 제2 인터리버의 제3 단의 사이에 상기 인터리빙된 광신호의 분산을 보상하기 위한 분산보상 모듈을 더 구비함을 특징으로 하는 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템.

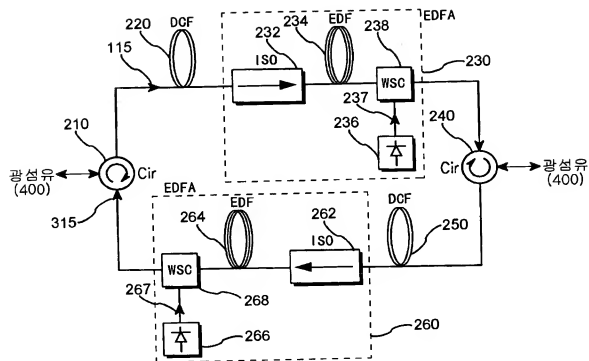
【도 1】



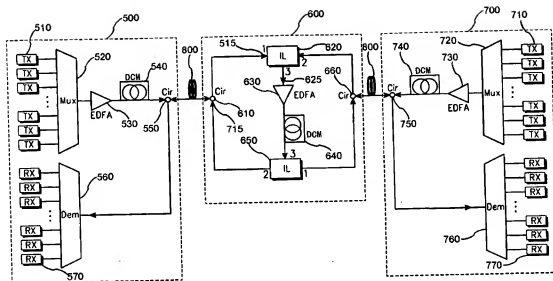
【도 2】



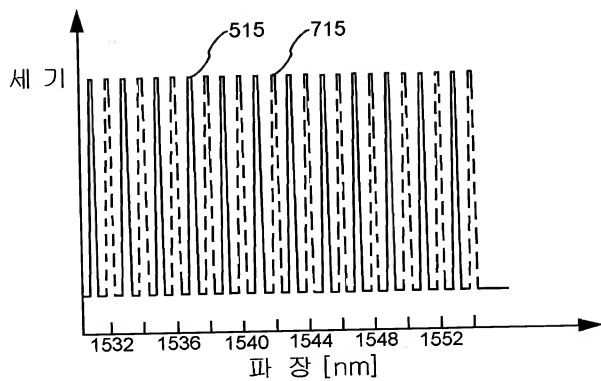
【도 3】



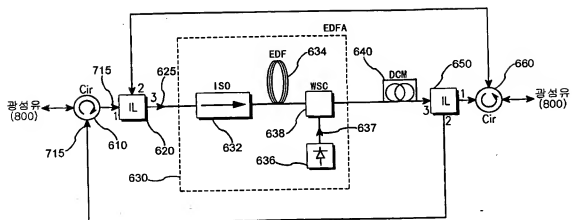
【도 4】



【도 5】



【도 6】



CERTIFICATE OF TRANSLATION

As a below named translator, I hereby declare that my residence and citizenship are as stated below next to my name and I hereby certify that I am conversant with both the English and Korean languages and the document enclosed herewith is a true English translation of the Draft Application with respect to the Korean patent application No. 2001-17396 filed on April 2, 2001.

NAME OF THE TRANSLATOR : Seo-Il Yoo

SIGNATURE :



Date

: June 30, 2004

RESIDENCE : MIHWA BLDG., 110-2, MYONGRYUN-DONG 4-GA,
CHONGRO-GU, SEOUL 110-524, KOREA

CITIZENSHIP : REPUBLIC OF KOREA

**OPTICAL AMPLIFIER DEVICE AND BIDIRECTIONAL
WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING OPTICAL
COMMUNICATION SYSTEM USING THE SAME**

BACKGROUND OF THE INVENTION

5 **1. Field of the Invention**

The present invention relates to bidirectional wavelength division multiplexing optical communications, and more particularly to an optical amplifier device and a bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system using the optical amplifier device.

10 **2. Description of the Related Art**

A wavelength division multiplexing optical communication system is adapted to transmit a plurality of channels on an optical fiber. Such a wavelength division multiplexing optical communication system is widely used in the ultrahigh-speed Internet because it has superior characteristics in terms of transmission efficiency and transmission capacity. Since the channels
15 transmitted on the optical fiber are attenuated in proportion to the transmission length thereof, an optical fiber is installed on the optical fiber in order to amplify the attenuated channels.

Fig. 1 is a circuit diagram illustrating a conventional bidirectional
20 wavelength division multiplexing optical communication system. As shown in

Fig. 1, the system includes a first optical transmitter/receiver unit 100, an optical amplifier unit 200, a second optical transmitter/receiver unit 300, and an optical fiber 400. The optical signal transmitted from the first optical transmitter/receiver unit 100 to the second optical transmitter/receiver unit 300 is referred to as a forward optical signal 115, whereas the optical signal reversely transmitted is referred to as a reverse optical signal 315. Each of the forward and reverse optical signals 115 and 315 is composed of a plurality of channels with different wavelengths.

The first optical transmitter/receiver unit 100 includes a plurality of first transmitters 110, a plurality of first receivers 180, a first wavelength division multiplexer 120, a first wavelength division demultiplexer 170, a first dispersion compensation fiber 130, a first amplifier 140, a second amplifier 160, and a first optical circulator 150.

The first transmitters 110 output channels of different wavelengths, respectively. The first wavelength division multiplexer 120 receives the channels from the first transmitters 110, and multiplexes the received channels, thereby outputting a channel-multiplexed signal, that is, the forward optical signal 115.

The first dispersion compensation fiber 130 serves to compensate for a dispersion of the forward optical signal 115. The dispersion of the forward optical signal 115 is caused by the fact that the channels of the forward optical signal 115 have different wavelengths, respectively.

The first amplifier 140 serves to amplify the forward optical signal 115. This first amplifier 140 may include an erbium-doped optical fiber for performing an amplifying operation by utilizing an induced emission of erbium ions, a laser diode for emitting pumping light adapted to excite the erbium ions, and a wavelength selection coupler for applying the pumping light to the erbium-doped optical fiber.

The first circulator 150 transmits the forward optical signal 115 received from the first amplifier 140 to the optical amplifier unit 200 via the optical fiber 400 while sending the reverse optical signal 315 from the optical amplifier unit 200 to the second amplifier 160.

The second amplifier 160 amplifies the reverse optical signal 315 inputted thereto, and applies the amplified reverse optical signal 315 to the first wavelength division demultiplexer 170.

The first wavelength division demultiplexer 170 demultiplexes the reverse optical signal 315 into a plurality of channels with different wavelengths.

The first receivers 180 receives the channels outputted from the first wavelength division demultiplexer 170.

The optical fiber 400 couples the first and second optical transmitter/receiver units 100 and 300 to each other, and serves as a transmission medium for the forward and reverse optical signals 115 and 315.

The optical amplifier unit 200 includes a second circulator 210, a third circulator 240, a second dispersion compensation fiber 220, a third dispersion compensation fiber 250, a third amplifier 230, and a fourth amplifier 260.

5 The second circulator 210 transmits the forward optical signal 115, received from the first optical transmitter/receiver unit 100 via the optical fiber 400, to the second dispersion compensation optical fiber 220 while sending the reverse optical signal 315 from the fourth amplifier 260 to the first optical transmitter/receiver 100 via the optical fiber 400.

10 The second dispersion compensation optical fiber 220 compensates for a dispersion of the forward optical signal 115, and applies the dispersion-compensated forward optical signal 115 to the third amplifier 230. The forward optical signal 115 is amplified by the third amplifier 230, and then applied to the third circulator 240.

15 The third circulator 240 transmits the forward optical signal 115, inputted thereto, to the second optical transmitter/receiver unit 300 via the optical fiber 400 while sending the reverse optical signal 315, inputted thereto via the optical fiber 400, to the third dispersion compensation optical fiber 250.

20 The third dispersion compensation optical fiber 250 compensates for a dispersion of the reverse optical signal 315. The fourth amplifier 260 amplifies the dispersion-compensated reverse optical signal 315, and then transmits the amplified reverse optical signal 315 to the second circulator 210.

The second optical transmitter/receiver unit 300 includes a plurality of second transmitters 310, a plurality of second receivers 380, a second wavelength division multiplexer 320, a second wavelength division demultiplexer 370, a fourth dispersion compensation fiber 330, a fifth amplifier 340, a sixth amplifier 360, and a fourth circulator 350.

The second transmitters 310 output channels of different wavelengths, respectively. The second wavelength division multiplexer 320 receives the channels from the second transmitters 310, and multiplexes the received channels, thereby outputting a channel-multiplexed signal, that is, the reverse optical signal 315.

The second dispersion compensation fiber 330 serves to compensate for a dispersion of the reverse optical signal 315. The fifth amplifier 340 serves to amplify the reverse optical signal 315.

The fourth circulator 350 transmits the reverse optical signal 315 received from the fifth amplifier 340 to the optical amplifier unit 200 via the optical fiber 400 while sending the forward optical signal 115, received from the optical amplifier unit 200 via the optical fiber 400, to the sixth amplifier 360.

The sixth amplifier 360 amplifies the forward optical signal 115 inputted thereto, and applies the amplified forward optical signal 115 to the second wavelength division demultiplexer 370.

The second wavelength division demultiplexer 370 demultiplexes the

forward optical signal 115 into a plurality of channels with different wavelengths. The second receivers 380 receive the channels outputted from the second wavelength division demultiplexer 370, respectively.

Fig. 2 is a graph depicting the forward and reverse optical signals 115 and 315. As shown in Fig. 2, the bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system of Fig. 1 uses a wavelength band ranging from 1,532 nm to 1,554 nm. Referring to Fig. 2, it can also be seen that the wavelength space between adjacent channels in the forward or reverse optical signal 115 or 315 is 2 nm. The wavelength band of the forward optical signal 115 ranges from 1,532 nm to 1,542 nm, whereas the wavelength band of the reverse optical signal 315 ranges from 1,544 nm to 1,554 nm. That is, the forward optical signal 115 is distributed within a relatively short-wavelength band, whereas the reverse optical signal 315 is distributed within a relatively long-wavelength band. In addition, an optical signal within an optical fiber is subjected to signal distortion due to a dispersion phenomenon, and a scattering phenomenon and where an optical signal is severely distorted, channels forming the optical signal cannot be identified. For this reason, the wavelength space of adjacent channels are set, taking into consideration such a signal distortion of optical signals. This wavelength space is referred to as a "minimum wavelength space". The available wavelength band of an optical signal is limited due to an attenuation of the optical signal caused by loss characteristics of the optical fiber through which the optical signal passes. The available wavelength band is referred to as a "maximum wavelength band". The maximum wavelength band in the bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system shown in Fig. 1 is 1,532 nm to 1,554 nm.

Accordingly, the maximum number of channels in an optical signal transmittable at a minimum wavelength space of 2 nm is 12.

Fig. 3 is a circuit diagram illustrating the optical amplifier unit 200 shown in Fig. 1. As shown in Fig. 3, the optical amplifier unit 200, which includes the second circulator 210, third circulator 240, second dispersion compensation fiber 220, third dispersion compensation fiber 250, third amplifier 230, and fourth amplifier 260, further includes a first isolator 232, a second isolator 262, a first erbium-doped optical fiber 234, a second erbium-doped optical fiber 264, a first wavelength selecting coupler 238, a second wavelength selecting coupler 268, a first laser diode 236, and a second laser diode 266. The third and fourth amplifiers 230 and 260 have the same configurations as those of the first and second amplifiers 140 and 160 or those of the fifth and sixth amplifiers 340 and 360, respectively. In the following description, the duplicated configurations of the amplifiers will be omitted.

The first isolator 232 transmits the forward optical signal 115, received from the second dispersion compensation fiber 220, therethrough while preventing optical signals, traveling in a direction reverse to the forward optical signal 115, from passing therethrough. For this reason, the pumping light 237, which travels along the first erbium-doped optical fiber 234 after being outputted from the first laser diode 236, cannot pass through the first isolator 232.

The first erbium-doped optical fiber 234 amplifies the forward optical signal 115 by utilizing an induced emission of excited erbium ions.

The pumping light 237, which is required to excite erbium ions, is emitted from the first laser diode 236. The first wavelength selecting coupler 238 transmits the amplified forward optical signal 115 therethrough, as it is, so that the amplified forward optical signal 115 is applied to the third circulator 240.

5 The first wavelength selecting coupler 238 also sends the pumping light 237, received from the first laser diode 236, to the first erbium-doped optical fiber 234.

The second isolator 262 transmits the reverse optical signal 315, received from the third dispersion compensation fiber 250, therethrough while preventing

10 optical signals, traveling in a direction reverse to the reverse optical signal 315, from passing therethrough. For this reason, the pumping light 267, which travels along the second erbium-doped optical fiber 264 after being outputted from the second laser diode 266, cannot pass through the second isolator 232.

The second erbium-doped optical fiber 264 amplifies the reverse optical

15 signal 315.

The pumping light 267 is emitted from the second laser diode 266. The second wavelength selecting coupler 268 transmits the amplified reverse optical signal 315 therethrough, as it is, so that the amplified reverse optical signal 315 is applied to the second circulator 210. The second wavelength selecting

20 coupler 268 also sends the pumping light 267, received from the second laser diode 266, to the second erbium-doped optical fiber 264.

Although not shown, it is necessary to additionally provide a laser diode driving unit at each of the optical fiber amplifiers 230 and 260 in order to supply drive current to an associated one of the laser diodes 236 and 266. It may also be necessary to additionally provide a gain flattening filter in order to
5 compensate for a gain unbalance caused by a non-uniformity in the amplification rate of each erbium-doped optical fiber 234 or 264 resulting from a variation in the wavelength of the input optical signal.

As mentioned above, the conventional optical amplifier device has respective configurations adapted to amplify forward and reverse optical signals.

10 For this reason, the conventional optical amplifier device involves a problem in that it includes duplicated elements. That is, it is necessary to provide multiple optical amplifiers. Also, it is necessary to use multiple expensive dispersion compensation fibers and other optical elements. For this reason, the conventional optical amplifier device requires high manufacturing costs and high
15 maintenance costs while involving a degraded integration degree.

Also, the conventional bidirectional wavelength division optical communication system is configured to divide their available wavelength band into long and short-wavelength bands to be respectively allocated to forward and reverse optical signals. For this reason, there is a problem in that the channel
20 density in the maximum wavelength band is reduced.

SUMMARY OF THE INVENTION

Therefore, an object of the invention is to provide an optical amplifier

device which can be inexpensively manufactured while having a high integration degree.

Another object of the invention is to provide a bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system capable of obtaining an
5 increased channel density in a maximum wavelength band.

In accordance with one aspect, the present invention provides in a bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system including first and second optical transmitter/receiver units for transmitting and receiving wavelength-division-multiplexed optical signals, respectively, and an
10 optical fiber serving as a transmission medium for a forward optical signal traveling from the first optical transmitter/receiver unit to the second optical transmitter/receiver unit and a reverse optical signal traveling from the second optical transmitter/receiver unit to the first optical transmitter/receiver unit, each of the forward and reverse optical signals being composed of a plurality of
15 channels with different wavelengths, an optical amplifier device for amplifying the forward and reverse optical signals, comprising:

a first interleaver for interleaving the channels of the forward optical signal received at a first terminal thereof and the channels of the reverse optical signal received at a second terminal thereof, in accordance with the wavelengths
20 of the channels, and outputting an interleaved optical signal at a third terminal thereof;

an optical fiber amplifier unit for amplifying the interleaved optical signal received from the third terminal of the first interleaver, and outputting the amplified optical signal; and

a second interleaver for splitting the amplified optical signal, received at a third terminal thereof, into the forward and reverse optical signals in accordance with wavelengths, and outputting the forward and reverse optical signals at first and second terminals thereof, respectively.

5 In accordance with another aspect, the present invention provides a bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system comprising:

a first optical transmitter/receiver unit for transmitting a forward optical signal composed of a plurality of channels respectively allocated with
10 wavelengths having a desired wavelength space while receiving a reverse optical signal composed of a plurality of channels respectively allocated with wavelengths each interleaved between associated ones of the wavelengths of the forward optical signal;

a second optical transmitter/receiver unit for transmitting the reverse
15 optical signal while receiving the forward optical signal;

an optical fiber coupled between the first and second optical transmitter/receiver units, the optical fiber serving as a transmission medium for the forward and reverse optical signals; and

an optical amplifier device arranged on the optical fiber and adapted to
20 interleave the channels of the forward and reverse optical signals, bidirectionally received via the optical fiber, in accordance with the wavelengths of the channels, to amplify an interleaved optical signal generated in accordance with the interleaving operation, to split the amplified optical signal into the forward and reverse optical signals in accordance with wavelengths, and to bidirectionally
25 transmit the split forward and reverse optical signals via the optical fiber.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The above objects and advantages of the present invention will become more apparent by describing in detail preferred embodiments thereof with reference to the attached drawings in which:

5 Fig. 1 is a circuit diagram illustrating a conventional bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system;

Fig. 2 is a graph depicting forward and reverse optical signals shown in Fig. 1;

10 Fig. 3 is a circuit diagram illustrating an optical amplifier unit shown in Fig. 1;

Fig. 4 is a circuit diagram illustrating a bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system according to a preferred embodiment of the present invention;

15 Fig. 5 is a graph depicting forward and reverse optical signals shown in Fig. 4; and

Fig. 6 is a circuit diagram illustrating an optical amplifier unit shown in Fig. 4.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

20 Now, preferred embodiments of the present invention will be described in detail, with reference to the annexed drawings. In the following description, a variety of specific elements such as constituent elements are described. The description of such elements has been made only for a better understanding of

the present invention. Those skilled in the art will appreciate that various modifications, additions, and substitutions to the specific elements are possible, without departing from the scope and spirit of the invention as disclosed in the accompanying claims.

5 Fig. 4 is a circuit diagram illustrating a bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system according to a preferred embodiment of the present invention. As shown in Fig. 4, the system includes a first optical transmitter/receiver unit 500, an optical amplifier unit 600, a second optical transmitter/receiver unit 700, and an optical fiber 800. The optical signal
10 transmitted from the first optical transmitter/receiver unit 500 to the second optical transmitter/receiver unit 700 is referred to as a forward optical signal 515, whereas the optical signal reversely transmitted is referred to as a reverse optical signal 715. Each of the forward and reverse optical signals 515 and 715 is composed of a plurality of channels with different wavelengths. That is, the
15 forward optical signal 515 is composed of a plurality of channels allocated with channels having a desired wavelength space. Also, the reverse optical signal 715 is composed of a plurality of channels allocated with channels having a desired wavelength space from one another.

 The first optical transmitter/receiver unit 500 includes a plurality of first
20 transmitters 510, a plurality of first receivers 570, a first wavelength division multiplexer 520, a first wavelength division demultiplexer 560, a first amplifier 530, a first dispersion compensation module 540, and a first optical circulator 550.

The first transmitters 510 output channels of different wavelengths, respectively. The first wavelength division multiplexer 520 receives the channels from the first transmitters 510, and multiplexes the received channels, thereby outputting a channel-multiplexed signal, that is, the forward optical
5 signal 515.

The first amplifier 530 serves to amplify the forward optical signal 515. The first dispersion compensation module 540 serves to compensate for a dispersion of the forward optical signal 515. That is, the first dispersion compensation module 540 compensates for distortion of the forward optical
10 signal 515 caused by the fact that the channels of the forward optical signal 115 have different wavelengths, respectively. The first dispersion compensation module 540 may be a packaged dispersion compensation fiber or a dispersion compensation fiber lattice.

The first circulator 550 transmits the forward optical signal 515 received
15 from the first dispersion compensation module 540 to the optical amplifier unit 600 via the optical fiber 800 while sending the reverse optical signal 715 from the optical amplifier unit 600 to the first wavelength division demultiplexer 560.

The first wavelength division demultiplexer 560 demultiplexes the reverse optical signal 715 into a plurality of channels with different wavelengths. The
20 first receivers 570 receive the channels outputted from the first wavelength division demultiplexer 560.

The optical fiber 800 couples the first and second optical

transmitter/receiver units 500 and 700 to each other, and serves as a transmission medium for the forward and reverse optical signals 515 and 715.

The optical amplifier unit 600 includes a second circulator 610, a third circulator 660, a first interleaver 620, a second interleaver 650, a second
5 amplifier 630, and a second dispersion compensation module 640.

The second circulator 610 transmits the forward optical signal 515, received from the first optical transmitter/receiver unit 500 via the optical fiber 800, to a first terminal of the first interleaver 620 while sending the reverse optical signal 715, received from a second terminal of the second interleaver 650,
10 to the first optical transmitter/receiver 500 via the optical fiber 800.

The first interleaver 620 interleaves the channels of the forward optical signal 515 received at its first terminal and the channels of the reverse optical signal 715 received at its second terminal, in accordance with the wavelengths of those channels. An interleaved optical signal 625 is outputted from a third
15 terminal of the first interleaver 620. The interleaved optical signal 625 is composed of the channels of the forward optical signal 515 and the channels of the reverse optical signal 715.

The second optical fiber amplifier 630 amplifies the interleaved optical signal 625 received from the third terminal of the first interleaver 620.

20 The second dispersion compensation module 640 compensates for a dispersion of the amplified optical signal 625, and applies the

dispersion-compensated optical signal 625 to a third terminal of the second interleaver 650.

The second interleaver 650 splits the optical signal 625, received at its third terminal, into the forward and reverse optical signals 515 and 715 in accordance with wavelengths, and outputs the forward and reverse optical signals 515 and 715 at its first and second terminals.

The third circulator 660 distributes the reverse optical signal 715, received thereto via the optical fiber 800, to the second terminal of the first interleaver 620 while transmitting the forward optical signal 515, received from the first terminal of the second interleaver 650, via the optical fiber 800.

The second optical transmitter/receiver unit 700 includes a plurality of second transmitters 710, a plurality of second receivers 770, a second wavelength division multiplexer 720, a second wavelength division demultiplexer 760, a third amplifier 730, a third dispersion compensation fiber 740, and a fourth circulator 750.

The second transmitters 710 output channels of different wavelengths, respectively. These channels will form the reverse optical signal 715.

The second wavelength division multiplexer 720 receives the channels from the second transmitters 710, and multiplexes the received channels, thereby outputting a channel-multiplexed signal, that is, the reverse optical signal 715.

The third amplifier 730 serves to amplify the reverse optical signal 715. The third dispersion compensation module 740 serves to compensate for a dispersion of the reverse optical signal 715.

5 The fourth circulator 750 transmits the reverse optical signal 715 received from the third dispersion compensation module 740 to the optical amplifier unit 600 via the optical fiber 800 while sending the forward optical signal 515, received from the optical amplifier unit 600 via the optical fiber 800, to the second wavelength division demultiplexer 760.

10 The second wavelength division demultiplexer 760 demultiplexes the forward optical signal 515 into a plurality of channels with different wavelengths. The second receivers 770 receive the channels from the second wavelength division demultiplexer 760.

Fig. 5 is a graph depicting the forward and reverse optical signals 115 and 315 of Fig. 4. As shown in Fig. 5, the bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system of Fig. 1 uses a wavelength band ranging from 1,531 nm to 1,554 nm. Referring to Fig. 5, it can also be seen that the wavelength space between adjacent channels in the forward or reverse optical signal 515 or 715 is 2 nm. The forward optical signal 515 has wavelengths of 1,531 nm, 1,533 nm, 1,535 nm, 1,537 nm, 1,539 nm, 1,541 nm, 1,543 nm, 1,545 nm, 1,547 nm, 1,549 nm, 1,551 nm, and 1,553 nm. The reverse optical signal 715 has wavelengths of 1,532 nm, 1,534 nm, 1,536 nm, 1,538 nm, 1,540 nm, 1,542 nm, 1,544 nm, 1,546 nm, 1,548 nm, 1,550 nm, 1,552 nm; and 1,554 nm. That is, the forward optical signal 515 is composed of a plurality of channels

allocated with wavelengths having a minimum wavelength space of 2 nm. Also, the reverse optical signal 715 is composed of a plurality of channels allocated with wavelengths each interleaved between associated ones of the wavelengths of the forward optical signal 515. In addition, the maximum number of channels in an optical signal transmittable at the reduced minimum wavelength space is 24. This means that the system according to the present invention obtains a channel density corresponding to about two times that of the system shown in Fig. 1, in the same wavelength band.

Fig. 6 is a circuit diagram illustrating the optical amplifier unit 600 shown in Fig. 4. As shown in Fig. 6, the optical amplifier unit 600, which includes the second circulator 610, first interleaver 620, second amplifier 630, second dispersion compensation module 640, second interleaver 650, and third circulator 660, further includes an isolator 632, an erbium-doped optical fiber 634, a wavelength selecting coupler 638, and a laser diode 636. The second amplifier 630 has the same configurations as those of the first and third amplifiers 530 and 730. In the following description, the duplicated configurations of the amplifiers will be omitted.

The isolator 632 transmits the optical signal 625, received from the third terminal of the first interleaver 620, therethrough while preventing optical signals, traveling in a direction reverse to the optical signal 625, from passing therethrough. The optical signal 625 is composed of the channels of the forward optical signal 515 and the channels of the reverse optical signal 715. Accordingly, the pumping light 637, which travels along the erbium-doped optical fiber 634 after being outputted from the laser diode 636, cannot pass

through the isolator 632. The erbium-doped optical fiber 634 amplifies the optical signal 625 by utilizing an induced emission of excited erbium ions. The erbium-doped optical fiber 634 may be substituted by a praseodymium (Pr)-doped optical fiber. The Pr-doped optical fiber serves to amplify an input
5 optical signal by utilizing an induced emission of Pr ions.

The pumping light 637, which is required to excite erbium ions, is emitted from the laser diode 636. The wavelength selecting coupler 638 transmits the amplified optical signal 625 therethrough, as it is, so that the amplified optical signal 625 is applied to the third terminal of the second interleaver 650. The
10 wavelength selecting coupler 638 also sends the pumping light 637, received from the laser diode 636, to the erbium-doped optical fiber 634.

As apparent from the above description, the optical amplifier device of the present invention is configured to interleave the channels of a forward optical signal and the channels of a reverse optical signal and to amplify the interleaved
15 channels. In accordance with this configuration, it is possible to reduce the number of duplicated elements, as compared to conventional configurations. Accordingly, the optical amplifier device of the present invention provides an advantages in that it can be inexpensively manufactured while achieving a high integration degree.

20 Also, the bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system of the present invention can transmit a forward optical signal composed of a plurality of channels respectively allocated with wavelengths having a desired wavelength space and a reverse optical signal

composed of a plurality of channels respectively allocated with wavelengths each interleaved between associated ones of the wavelengths of the forward optical signal. Accordingly, there is an advantage in that the channel density in a maximum wavelength band can be maximized.

5 While this invention has been described in connection with what is presently considered to be the most practical and preferred embodiment, it is to be understood that the invention is not limited to the disclosed embodiment, but, on the contrary, it is intended to cover various modifications within the spirit and scope of the appended claims.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. In a bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system including first and second optical transmitter/receiver units for transmitting and receiving wavelength-division-multiplexed optical signals, respectively, and an optical fiber serving as a transmission medium for a forward optical signal traveling from the first optical transmitter/receiver unit to the second optical transmitter/receiver unit and a reverse optical signal traveling from the second optical transmitter/receiver unit to the first optical transmitter/receiver unit, each of the forward and reverse optical signals being composed of a plurality of channels with different wavelengths, an optical amplifier device for amplifying the forward and reverse optical signals, comprising:

a first interleaver for interleaving the channels of the forward optical signal received at a first terminal thereof and the channels of the reverse optical signal received at a second terminal thereof, in accordance with the wavelengths of the channels, and outputting an interleaved optical signal at a third terminal thereof;

an optical fiber amplifier unit for amplifying the interleaved optical signal received from the third terminal of the first interleaver, and outputting the amplified optical signal; and

a second interleaver for splitting the amplified optical signal, received at a third terminal thereof, into the forward and reverse optical signals in accordance with wavelengths, and outputting the forward and reverse optical signals at first and second terminals thereof, respectively.

2. The optical amplifier device according to claim 1, further comprising:

a first circulator for transmitting the forward optical signal, received thereto via the optical fiber, to the first terminal of the first interleaver while transmitting the reverse optical signal, received from the first terminal of the
5 second interleaver, to the optical fiber; and

a second circulator for transmitting the reverse optical signal, received thereto via the optical fiber, to the second terminal of the first interleaver while transmitting the reverse optical signal, received from the second terminal of the second interleaver, to the optical fiber.

10 3. The optical amplifier device according to claim 1 or 2, further comprising:

a dispersion compensation module coupled between the third terminal of the first interleaver and the third terminal of the second interleaver and adapted to compensate for a dispersion of the interleaved optical signal.

15 4. A bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system comprising:

a first optical transmitter/receiver unit for transmitting a forward optical signal composed of a plurality of channels respectively allocated with wavelengths having a desired wavelength space while receiving a reverse optical
20 signal composed of a plurality of channels respectively allocated with wavelengths each interleaved between associated ones of the wavelengths of the forward optical signal;

a second optical transmitter/receiver unit for transmitting the reverse optical signal while receiving the forward optical signal;

an optical fiber coupled between the first and second optical transmitter/receiver units, the optical fiber serving as a transmission medium for the forward and reverse optical signals; and

an optical amplifier device arranged on the optical fiber and adapted to
5 interleave the channels of the forward and reverse optical signals, bidirectionally received via the optical fiber, in accordance with the wavelengths of the channels, to amplify an interleaved optical signal generated in accordance with the interleaving operation, to split the amplified optical signal into the forward and reverse optical signals in accordance with wavelengths, and to bidirectionally
10 transmit the split forward and reverse optical signals via the optical fiber.

5. The bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system according to claim 4, wherein the optical amplifier device comprises:

a first interleaver for interleaving the channels of the forward optical
15 signal received at a first terminal thereof and the channels of the reverse optical signal received at a second terminal thereof, in accordance with the wavelengths of the channels to generate the interleaved optical signal, and outputting an interleaved optical signal at a third terminal thereof;

an optical fiber amplifier unit for amplifying the interleaved optical signal
20 received from the third terminal of the first interleaver, and outputting the amplified optical signal; and

a second interleaver for splitting the amplified optical signal, received at a third terminal thereof, into the forward and reverse optical signals in accordance with wavelengths, and outputting the forward and reverse optical signals at first
25 and second terminals thereof, respectively;

a first circulator for transmitting the forward optical signal, received thereto via the optical fiber, to the first terminal of the first interleaver while transmitting the reverse optical signal, received from the first terminal of the
5 second interleaver, to the optical fiber; and

a second circulator for transmitting the reverse optical signal, received thereto via the optical fiber, to the second terminal of the first interleaver while transmitting the reverse optical signal, received from the second terminal of the second interleaver, to the optical fiber.

10 6. The bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system according to claim 5, wherein the optical amplifier device further comprises:

a dispersion compensation module coupled between the third terminal of the first interleaver and the third terminal of the second interleaver and adapted

15 to compensate for a dispersion of the interleaved optical signal.

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

Disclosed is a bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system including a first optical transmitter/receiver unit for transmitting a forward optical signal composed of a plurality of channels
5 respectively allocated with wavelengths having a desired wavelength space while receiving a reverse optical signal composed of a plurality of channels respectively allocated with wavelengths each interleaved between associated ones of the wavelengths of the forward optical signal, a second optical transmitter/receiver unit for transmitting the reverse optical signal while
10 receiving the forward optical signal, an optical fiber coupled between the first and second optical transmitter/receiver units, the optical fiber serving as a transmission medium for the forward and reverse optical signals, and an optical amplifier device arranged on the optical fiber and adapted to interleave the channels of the forward and reverse optical signals, bidirectionally received via
15 the optical fiber, in accordance with the wavelengths of the channels, to amplify an interleaved optical signal generated in accordance with the interleaving operation, to split the amplified optical signal into the forward and reverse optical signals in accordance with wavelengths, and to bidirectionally transmit the split forward and reverse optical signals via the optical fiber.

작무발명/출원 파일

사건/파일 조회

사건	초안검토통보	일자	2001/03/30
발신일	Review of Draft Application		수신일
제목	초안검토서		
의견	-		

파일명	파일설명
GY2001020011(검토).gul	수정사항 있음

Please file this application after reflecting inventor's amendments.

닫기

출원초안 검토 의뢰서 (회송문서)

REVIEW OF DRAFT APPLICATION

수 신 (발명부서)	(광통신연구그룹), [(이규용)] 주영훈
발 신 (특허부서)	(분당정보통신총괄 지적자산팀), (장영규), (031-779-7098)
직무발명 접수번호	GY-200102-001
직무발명 명칭 Title of Invention	양방향 파장 분할 다중 광증폭기 시스템 Bidirectional WDM Optical Amplifier System
출 원 명 칭	광증폭기 및 이를 이용한 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템

첨부된 출원초안서는 발명신고서를 근거로 특허사무소에서 작성한 초안이므로 발명자의 의도와 발명의 권리가 제대로 기재되었는지 검토하시어 [()일반-수신 후 1주일 이내, ()긴급-수신 후 즉시] 까지 특허관리부서 담당자에게 **싱글로 회신(전송)** 바랍니다.

[발명자 초안검토 의견] 수정사항 : 유(0) / 무()

0 수정사항 無 : 검토자 명기 후 특허관리부서 담당자 앞으로 싱글로 전송요망.
 0 수정사항 有 : 삭제 문구는 대괄호([])에 빨간색, 추가 문구는 밑줄()에 파란색,
 예) 삭제 시 : [0 0 0]
 추가 시 : 0 0 0
 기타 수정사항은 아래의 <기타의견>란에 기록 후 싱글로 전송요망.

<기타의견> : 1. 수신인 잘못 되었음 (변경요)
 2. 문서 내용중 몇군데 설명을 첨가함 (파란색)
 3. 도면중에서 [도 6]이 수정이 필요함 (빨간색으로 표시 해 놓았음)

주영훈 / 2001.03.29
 Young-Hoon JOO March 29, 2001

[특허부서 초안검토 의견]

(장영규) / (검토일자)

[사무소 초안작성 의견] <사무소 관리번호:P0103010>

발명자면담 : 했음() 안 했음() 기타(전화상담) (정 일 근/강 석 원) / (2001.3.23)

【요약서】

【요약】

본 발명에 따른 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템은, 조정 파장 간격으로 파장 할당된 다수의 채널들로 이루어진 순방향 광신호를 전송하며, 각각 상기 각 채널 파장 사이의 파장이 할당된 다수의 채널들로 이루어진 역방향 광신호를 수신하는 제1 광송수신기와; 상기 역방향 광신호를 전송하며, 상기 순방향 광신호를 수신하는 제2 광송수신기와; 상기 제1 및 제2 광송수신기를 연결하며 상기 순방향 및 역방향 광신호의 전송 매체가 되는 광섬유와; 상기 광섬유 상에 설치되고, 상기 광섬유를 통해 양방향으로 수신된 상기 순방향 광신호의 채널들과 상기 역방향 광신호의 채널들을 파장별로 인터리빙하며, 그 인터리빙된 광신호를 증폭하고, 그 증폭된 광신호를 파장별로 상기 순방향 및 역방향 광신호로 분리하며, 그 분리된 순방향 및 역방향 광신호를 상기 광섬유를 통해 양방향으로 전송하는 양방향 파장분할 다중 광증폭기를 포함한다.

【대표도】

도 4

【색인어】

파장분할 다중, 광증폭기, 광통신 시스템

【명세서】

【발명의 명칭】

광증폭기 및 이를 이용한 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템(OPTICAL AMPLIFIER AND BIDIRECTIONAL WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM USING THAT)

【도면의 간단한 설명】

- 도 1은 종래의 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템을 나타내는 도면,
도 2는 도 1에 도시된 순방향 광신호 및 역방향 광신호를 나타내는 그래프,
도 3은 도 1에 도시된 광증폭기를 나타낸 도면,
도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 양방향 파장분할 다중 시스템을 나타내는 도면,
도 5는 도 4에 도시된 순방향 광신호 및 역방향 광신호를 나타내는 그래프,
도 6은 [도 3] 도 4에 도시된 광증폭기를 나타낸 도면.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 양방향 파장분할 다중 광통신(bidirectional wavelength division multiplexing optical communication)에 관한 것으로서, 특히 광증폭기(optical amplifier) 및 이를 이용한 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템에 관한 것이다.

파장분할 다중 광통신 시스템은 파장에 따른 다수의 채널(channel)을 광섬유를 통해 전송하며, 전송 효율 및 전송량이 우수하여 초고속 인터넷 망(internet)에 널리 쓰이고 있다. 이 때, 상기 광섬유를 통해 전송되는 각 채널은 진행 거리에 따라서 감쇠되므로, 상기 광섬유 상에 상기 감쇠된 채널들을 증폭하는 광증폭기가 설치된다.

도 1은 종래의 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템을 나타내는 도면이다. 도 1에는 제1 광송수신기(100), 광증폭기(200), 제2 광송수신기(300) 및 광섬유(400)로 구성되는 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템이 도시되어 있고, 상기 제1 광송수신기(100)에서 상기 제2 광송수신기(300)로 전송되는

광신호를 순방향 광신호(115)라고 지칭하며, 그 역방향으로 전송되는 광신호를 역방향 광신호(315)라고 지칭한다. 이 때, 상기 순방향 및 역방향 광신호(115 및 315)는 각각 파장에 따른 다수의 채널로 구성된다.

상기 제1 광송수신기(100)는 다수의 제1 전송부(110, transmitter), 다수의 제1 수신부(180, receiver)와, 제1 파장분할 다중화기(120, wavelength division multiplexer)와, 제1 파장분할 역다중화기(170, wavelength division demultiplexer)와, 제1 분산보상 광섬유(130, dispersion compensation fiber)와, 제1 및 제2 증폭부(140 및 160)와, 제1 써클레이터(150, optical circulator)로 구성된다.

상기 다수의 제1 전송부(110)는 각각 서로 다른 파장을 가지는 채널들을 출력하며, 상기 제1 파장분할 다중화기(120)는 상기 다수의 제1 전송부(110)로부터 입력되는 다수의 채널들을 다중화한 순방향 광신호(115)를 출력한다.

상기 제1 분산보상 광섬유(130)는 상기 순방향 광신호(115)의 분산을 보상하여 출력하며, 이 때 분산이란 상기 순방향 광신호(115)를 구성하는 채널들이 서로 다른 파장을 가짐에 따라서 발생하는 상기 순방향 광신호(115)의 신호 [왜곡] 파절현상을 지칭한다.

상기 제1 증폭부(140)는 상기 순방향 광신호(115)를 증폭하여 출력하며, 그 구성 예로, Erbium 이온(erbium ion)의 유도 방출을 이용하여 증폭하는 Erbium 첨가 광섬유(erbium doped fiber), 상기 Erbium 이온을 여기시키기 위한 펌핑광(pumping light)을 출력하는 레이저 다이오드(laser diode), 상기 펌핑광을 상기 Erbium 첨가 광섬유로 입력시키기 위한 파장선택 결합기(wavelength selection coupler)로 구성될 수 있다.

상기 제1 써클레이터(150)는 상기 제1 증폭부(130)로부터 입력되는 순방향 광신호(115)는 상기 광섬유(400)를 통해 상기 광증폭기(200)로 전송하며, 상기 광증폭기(200)로부터 수신된 역방향 광신호(315)는 상기 제2 증폭부(160)로 출력한다.

상기 제2 증폭부(160)는 입력된 상기 역방향 광신호(315)를 증폭하여 상기 제1 파장분할 역다중화기(170)로 출력한다.

상기 제1 파장분할 역다중화기(170)는 상기 역방향 광신호(315)를 각각 서로 다른 파장을 가지는 다수의 채널들로 분리하여 출력한다.

상기 다수의 제1 수신부(180)는 상기 다수의 채널들을 입력받는다.

상기 광섬유(400)는 상기 제1 광송수신기(100) 및 제2 광송수신기(300)를 연결하며, 상기 순방

항 및 역방향 광신호(115 및 315)의 전송 매체가 된다.

상기 광증폭기(200)는 제2 및 제3 씨클레이터(210 및 240)와, 제2 및 제3 분산보상 광섬유(220 및 250)와, 제3 및 제4 증폭부(230 및 260)로 구성된다.

상기 제2 씨클레이터(240)는 상기 제1 광송수신기(100)로부터 상기 광섬유(400)를 통해 수신된 순방향 광신호(115)는 상기 제2 분산보상 광섬유(230)로 출력하며, 상기 제4 증폭부(260)로부터 입력된 역방향 광신호(315)는 상기 광섬유(400)를 통해 상기 제1 광송수신기(100)로 전송한다.

상기 제2 분산보상 광섬유(220)는 상기 순방향 광신호(115)를 분산 보상하여 출력하며, 상기 제3 증폭부(230)는 상기 분산 보상된 순방향 광신호(115)를 증폭하여 상기 제3 씨클레이터(240)로 출력한다.

상기 제3 씨클레이터(240)는 입력된 상기 순방향 광신호(115)를 상기 광섬유(400)를 통해 상기 제2 광송수신기(300)로 전송하며, 상기 제2 광송수신기(300)로부터 상기 광섬유(400)를 통해 입력된 역방향 광신호(315)를 상기 제3 분산보상 광섬유(250)로 출력한다.

상기 제3 분산보상 광섬유(250)는 상기 역방향 광신호(315)를 분산 보상하여 출력하며, 상기 제4 증폭부(260)는 상기 분산 보상된 역방향 광신호(315)를 증폭하여 상기 제2 씨클레이터(210)로 출력한다.

상기 제2 광송수신기(300)는 다수의 제2 전송부(310)와, 다수의 제2 수신부(380)와, 제2 파장분할 다중화기(320)와, 제2 파장분할 역다중화기(370)와, 제4 분산보상 광섬유(330)와, 제5 및 제6 증폭부(340 및 360)와, 제4 씨클레이터(350)로 구성된다.

상기 다수의 제2 전송부(310)는 각각 서로 다른 파장의 채널을 출력하며, 상기 채널들은 역방향 광신호(315)를 구성한다.

상기 제2 파장분할 다중화기(320)는 상기 다수의 제2 전송부(310)로부터 입력되는 다수의 채널들을 다중화한 역방향 광신호(315)를 출력한다.

상기 제2 분산보상 광섬유(330)는 상기 역방향 광신호(315)를 분산 보상하여 출력하며, 상기 제5 증폭부(340)는 상기 역방향 광신호(315)를 증폭하여 출력한다.

상기 제4 씨클레이터(350)는 상기 제5 증폭부(340)로부터 입력된 역방향 광신호(315)는 상기 광섬유(400)를 통해 상기 광증폭기(200)로 전송하며, 상기 광증폭기(200)로부터 상기 광섬유(400)를 통해 입력된 순방향 광신호(115)는 상기 제6 광증폭부(360)로 출력한다.

상기 제6 증폭부(360)는 입력된 상기 순방향 광신호(115)를 증폭하여 상기 제2 파장분할 역다중화기(370)로 전송한다.

상기 제2 파장분할 역다중화기(370)는 입력된 순방향 광신호(115)를 각각 서로 다른 파장을 가지는 다수의 채널들로 분리하여 출력하며, 상기 다수의 제2 수신부(380)는 상기 다수의 채널들을 입력받는다.

도 2는 도 1에 도시된 순방향 광신호(115) 및 역방향 광신호(315)를 나타내는 그래프이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 도 1에 도시된 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템에서 사용되는 파장 대역은 1532 nm ~ 1554 nm이며, 상기 순방향 또는 역방향 광신호(115 또는 315)를 구성하는 인접 채널들간의 파장 간격은 2 nm임을 알 수 있다. 또한, 상기 순방향 광신호(115)의 파장 대역은 1532 nm ~ 1542 nm이며, 상기 역방향 광신호(315)의 파장 대역은 1544 nm ~ 1554 nm이다. 즉, 상기 순방향 광신호(115)는 상대적으로 단파장 대역에, 상기 역방향 광신호(315)는 상대적으로 장파장 대역에 분포되어 있는 것이다. [또한, 광섬유 내를 진행하는 광신호는 분산, 산란 등의 이유로 신호 왜곡을 겪게 되며, 이러한 신호 왜곡이 심할 경우에 상기 광신호를 구성하는 채널들을 구분할 수 없게 되는 경우가 발생한다.] 또한, 광섬유 내를 진행하는 여러 채널의 광신호는 인접채널의 신호와의 크기변화에 따라 영향을 받는 XPM(cross phase modulation) 현상, 인접한 채널들의 의해 자신의 채널에 잡음이 들어가는 FWM(four wave mixing)현상 및 분산, 산란 등의 이유로 신호 왜곡을 겪게 되며, 이러한 신호 왜곡이 심할 경우에 광신호를 수신부에서 제대로 수신할 수 없게 된다. 따라서, 이러한 광신호의 신호 왜곡을 고려하여 인접 채널들간의 파장 간격이 설정되며, 이러한 파장 간격을 최소 파장 간격이라고 지칭한다. 또한, 사용할 수 있는 파장 대역도 광섬유의 손실 특성에 기인한 광신호의 감쇠 등을 이유로 제한되며, 이러한 사용 가능한 파장 대역을 최대 파장 대역이라고 지칭한다. 도 1에 도시된 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템에서 최대 파장 대역이 1532 nm ~ 1554 nm이며 최소 파장 간격은 2 nm이라고 한다면, 최대로 전송 가능한 광신호의 채널수는 12가 된다.

도 3은 도 1에 도시된 광증폭기(200)를 나타낸 도면이다. 도시된 바와 같이, 상기 광증폭기(200)는 제2 및 제3 씨클레이터(210 및 240)와, 제2 및 제3 분산보상 광섬유(220 및 250)와, 제1 및 제2 아이솔레이터(232 및 262, optical isolator)와, 제1 및 제2 어블럼가 광섬유(234 및 264)와, 제1 및 제2 파장선택 결합기(238 및 266)와, 제1 및 제2 레이저 다이오드(236 및 266)로 구성된다. 또한, 도 1에 도시된 제1, 제2, 제5 및 제6 증폭부(140, 160, 340 및 360)는 각각 도 3에 도시된 제3 증폭

부(230) 또는 제4 증폭부(260)와 동일한 구성을 가진다. 이하 증폭 기술되는 부분은 생략하기로 한다.

상기 제1 아이솔레이터(232)는 상기 제2 분산보상 광섬유(220)로부터 입력되는 순방향 광신호(115)를 통과시키며, 그 역방향으로 진행하는 광은 통과시키지 않는다. 따라서, 상기 제1 레이저 다이오드(236)에서 출력되어 상기 제1 어븀첨가 광섬유(234)를 지나는 펄스광(237)은 상기 제1 아이솔레이터(232)를 통과할 수 없다.

상기 제1 어븀첨가 광섬유(234)는 여기된 어븀 이온의 유도 방출 효과를 이용하여 상기 순방향 광신호(115)를 증폭하여 출력한다.

상기 제1 레이저 다이오드(236)는 상기 어븀 이온을 여기시키는데 필요한 펄스광(237)을 출력하며, 상기 제1 파장선택 결합기(238)는 상기 증폭된 순방향 광신호(115)는 그대로 투과시켜서 상기 제3 씨클레이터(240)에 입력되도록 하며 상기 제1 레이저 다이오드로(236)부터 입력된 펄스광(237)은 상기 제1 어븀첨가 광섬유(234)로 입력되도록 한다.

상기 제2 아이솔레이터(262)는 상기 제3 분산보상 광섬유(250)로부터 입력되는 역방향 광신호(315)를 통과시키며, 그 역방향으로 진행하는 광은 통과시키지 않는다. 따라서, 상기 제2 레이저 다이오드(266)에서 출력되어 상기 제2 어븀첨가 광섬유(264)를 지나는 펄스광(267)은 상기 제2 아이솔레이터(262)를 통과할 수 없다.

상기 제2 어븀첨가 광섬유(264)는 상기 역방향 광신호(315)를 증폭하여 출력한다.

상기 제2 레이저 다이오드(266)는 펄스광(267)을 출력하며, 상기 제2 파장선택 결합기(268)는 상기 증폭된 역방향 광신호(315)는 그대로 투과시켜서 상기 제2 씨클레이터(210)에 입력되도록 하며 상기 제2 레이저 다이오드(266)로부터 입력된 펄스광(267)은 상기 제2 어븀첨가 광섬유(264)로 입력되도록 한다.

도시되지는 않았으나, 상기 각 광섬유 증폭부(140, 160, 230, 260, 340 또는 360)는 상기 각 레이저 다이오드(236 또는 266)에 구동 전류를 공급하기 위한 레이저 다이오드 구동부 등을 추가로 구비해야 하며, 각 어븀첨가 광섬유(234 또는 264)의 증폭율이 입력되는 광신호의 파장에 따라 균일하지 않음으로 인하여 발생하는 이득 불균형을 보상하기 위한 이득 평탄화부가 추가로 구비될 수 있다.

상술한 바와 같이, 종래의 광증폭기는 순방향 광신호와 역방향 광신호를 각각 증폭하는 구조를 가짐에 따라서, 그 구성 소자가 중복되어 설치되어야 한다는 문제점이 있다. [즉, 고가의 분산보상 광섬유가 복수 설치되어야 하며, 광증폭부도 복수 설치되어야 한다.] 즉, 광증폭기가 복수로 설치되어야 하

며, 고가의 분산보상 광섬유를 비롯한 필요한 광소자를 모두 복수로 설치되어야 한다. 따라서, 종래의 광증폭기는 고가의 제작비 및 유지비를 필요로 하며, 그 집적도가 떨어진다는 문제점이 있다.

종래의 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템은 사용파장 대역을 장파장 및 단파장 대역으로 양분하여 순방향 및 역방향 광신호에 할당함으로써, 그 최대 파장 대역에서의 채널 밀도가 떨어진다든 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

따라서, 본 발명의 목적은 제작비가 저렴하며 높은 집적도를 가지는 광증폭기를 제공함에 있다.

또한, 본 발명의 목적은 최대 파장 대역에서의 채널 밀도를 높일 수 있는 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템을 제공함에 있다.

상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따라 각각 파장분할 다중화된 광신호를 송수신하는 제1 및 제2 광송수신기와, 상기 제1 및 제2 광송수신기를 연결하며 상기 제1 광송수신기에서 상기 제2 광송수신기로 진행하며 다수의 채널들로 구성된 순방향 광신호와 상기 제2 광송수신기에서 상기 제1 광송수신기로 진행하며 다수의 채널들로 구성된 역방향 광신호의 전송 매체인 광섬유를 구비하는 양방향 파장분할 다중 시스템에서 상기 순방향 및 역방향 광신호를 증폭하기 위한 양방향 파장분할 다중 광증폭기는,

제1 단을 통해 입력된 상기 순방향 광신호의 채널들과, 제2 단을 통해 입력된 상기 역방향 광신호의 채널들을 파장별로 인터리빙하며, 그 인터리빙된 광신호를 제3 단을 통해 출력하는 제1 인터리버와;

상기 제1 인터리버의 제3 단을 통해 입력된 인터리빙된 광신호를 증폭하며, 그 증폭된 광신호를 출력하는 광섬유 증폭부와;

제3 단을 통해 입력된 상기 증폭된 광신호를 파장별로 상기 순방향 및 역방향 광신호로 분리하며, 그 분리된 순방향 및 역방향 광신호를 각각 제1 단 및 제2 단을 통해 출력하는 제2 인터리버를 포함한다.

더욱이, 본 발명에 따른 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템은,

소정 파장 간격으로 파장 할당된 다수의 채널들로 이루어진 순방향 광신호를 전송하며, 각각 상기 각 채널 파장 사이의 파장이 할당된 다수의 채널들로 이루어진 역방향 광신호를 수신하는 제1 광

송수신기와;

상기 역방향 광신호를 전송하며, 상기 순방향 광신호를 수신하는 제2 광송수신기와;

상기 제1 및 제2 광송수신기를 연결하며 상기 순방향 및 역방향 광신호의 전송 매체가 되는 광 섬유와;

상기 광섬유 상에 설치되고, 상기 광섬유를 통해 양방향으로 수신된 상기 순방향 광신호의 채널들과 상기 역방향 광신호의 채널들을 파장별로 인터리빙하며, 그 인터리빙된 광신호를 증폭하고, 그 증폭된 광신호를 파장별로 상기 순방향 및 역방향 광신호로 분리하며, 그 분리된 순방향 및 역방향 광신호를 상기 광섬유를 통해 양방향으로 전송하는 양방향 파장분할 다중 광증폭기를 포함한다.

【발명의 구성】

이하 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 하기 설명에서는 구체적인 구성 소자 등과 같은 특정 사항들이 나타나고 있는데 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐 이러한 특정 사항들이 본 발명의 범위 내에서 소정의 변형이나 혹은 변경이 이루어질 수 있음은 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명하다 할 것이다.

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 양방향 파장분할 다중 시스템을 나타내는 도면이다. 도 4에는 제1 광송수신기(500), 광증폭기(600), 제2 광송수신기(700) 및 광섬유(800)로 구성되는 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템이 도시되어 있고, 상기 제1 광송수신기(500)에서 상기 제2 광송수신기(700)로 전송되는 광신호를 순방향 광신호(515)라고 지칭하며, 그 역방향으로 전송되는 광신호를 역방향 광신호(715)라고 지칭한다. 이 때, 상기 순방향 및 역방향 광신호(515 및 715)는 각각 파장에 따른 다수의 채널로 구성된다. 또한, 상기 순방향 광신호(515)는 소정 파장 간격으로 파장 할당된 다수의 채널들로 이루어지며, 상기 역방향 광신호(715)는 각각 상기 각 채널 파장 사이의 파장이 할당되는 다수의 채널들로 이루어진다.

상기 제1 광송수신기(500)는 다수의 제1 전송부(510), 다수의 제1 수신부(570)와, 제1 파장분할 다중화기(520)와, 제1 파장분할 역다중화기(560)와, 제1 증폭부(530)와, 제1 분산보상 모듈(540, dispersion compensation module)과, 제1 써클레이터(550)로 구성된다.

상기 다수의 제1 전송부(510)는 각각 서로 다른 파장을 가지는 채널들을 출력하며, 상기 제1 파장분할 다중화기(520)는 상기 다수의 제1 전송부(510)로부터 입력되는 다수의 채널들을 다중화한 순

방향 광신호(515)를 출력한다.

상기 제1 증폭부(530)는 상기 순방향 광신호(515)를 증폭하여 출력하며, 상기 제1 분산보상 모듈(540)은 상기 순방향 광신호(515)의 분산을 보상, 즉 상기 순방향 광신호(515)를 구성하는 채널들이 서로 다른 파장을 가짐에 따라서 발생하는 상기 순방향 광신호(515)의 신호 왜곡을 보상하여 출력한다. 이 때, 상기 제1 분산보상 모듈(540)은 분산보상 광섬유 또는 분산 보상용 광섬유 격자 등일 수 있다.

상기 제1 씨클레이터(550)는 상기 제1 분산보상 모듈(540)로부터 입력되는 순방향 광신호(515)는 상기 광섬유(800)를 통해 상기 광증폭기(600)로 전송하며, 상기 광증폭기(600)로부터 수신된 역방향 광신호(715)는 상기 제1 파장분할 역다중화기(560)로 출력한다.

상기 제1 파장분할 역다중화기(560)는 상기 역방향 광신호(715)를 각각 서로 다른 파장을 가지는 다수의 채널들로 분리하여 출력하며, 상기 다수의 제1 수신부(570)는 상기 다수의 채널들을 입력받는다.

상기 광섬유(800)는 상기 제1 광송수신기(500) 및 제2 광송수신기(700)를 연결하며, 상기 순방향 및 역방향 광신호(515 및 715)의 전송 매체가 된다.

상기 광증폭기(600)는 제2 및 제3 씨클레이터(610 및 660)와, 제1 및 제2 인터리버(620 및 650, interleaver)와, 제2 증폭부(630)와, 제2 분산보상 모듈(640)로 구성된다.

상기 제2 씨클레이터(610)는 상기 제1 광송수신기(500)로부터 상기 광섬유(800)를 통해 수신된 순방향 광신호(515)는 상기 제1 인터리버(620)의 제1 단으로 분배하며, 상기 제2 인터리버(650)의 제1 단으로부터 입력된 역방향 광신호(715)는 상기 광섬유(800)를 통해 상기 제1 광송수신기(500)로 전송한다.

상기 제1 인터리버(620)는 제1 단을 통해 입력된 상기 순방향 광신호(515)의 채널들과 제2 단을 통해 입력된 상기 역방향 광신호(715)의 채널들을 파장별로 인터리빙(interleaving)하며, 그 인터리빙된 광신호(625)를 제3 단을 통해 출력한다. 즉, 상기 인터리빙된 광신호(625)는 상기 순방향 및 역방향 광신호(515 및 715)를 구성하는 채널들로 이루어진다.

상기 제2 광섬유 증폭부(630)는 상기 제1 인터리버(620)의 제3 단을 통해 입력된 인터리빙된 광신호(625)를 증폭하며, 그 증폭된 광신호(625)를 출력한다.

상기 제2 분산보상 모듈(640)은 상기 증폭된 광신호(625)를 분산 보상하여 상기 제2 인터리버(650)의 제3 단으로 출력한다.

상기 제2 인터리버(650)는 제3 단을 통해 입력된 상기 광신호(625)를 파장별로 상기 순방향 및 역방향 광신호(515 및 715)로 분리하며, 그 분리된 순방향 및 역방향 광신호(515 및 715)를 각각 제1 단 및 제2 단을 통해 출력한다.

상기 제3 셔플레이터(660)는 상기 광섬유(800)를 통해 수신된 역방향 광신호(715)는 상기 제1 인터리버(620)의 제2 단으로 분배하며, 상기 제2 인터리버(650)의 제2 단으로부터 입력된 역방향 광신호(715)는 상기 광섬유(800)를 통해 전송한다.

상기 제2 광송수신기(700)는 다수의 제2 전송부(710), 다수의 제2 수신부(770)와, 제2 파장분할 다중화기(720)와, 제2 파장분할 역다중화기(760)와, 제3 증폭부(730)와, 제3 분산보상 광섬유(740)와, 제4 셔플레이터(750)로 구성된다.

상기 다수의 제2 전송부(710)는 각각 서로 다른 파장의 채널을 출력하며, 상기 채널들은 역방향 광신호(715)를 구성한다.

상기 제2 파장분할 다중화기(720)는 상기 다수의 제2 전송부(710)로부터 입력되는 다수의 채널들을 다중화한 역방향 광신호(715)를 출력한다.

상기 제3 증폭부(730)는 상기 역방향 광신호(715)를 증폭하여 출력하며, 상기 제3 분산보상 모듈(740)은 상기 증폭된 역방향 광신호(715)를 분산 보상하여 출력한다.

상기 제4 셔플레이터(750)는 상기 제3 분산보상 모듈(740)로부터 입력된 역방향 광신호(715)는 상기 광섬유(800)를 통해 상기 광증폭기(600)로 전송하며, 상기 광증폭기(600)로부터 상기 광섬유(800)를 통해 입력된 순방향 광신호(515)는 상기 제2 파장분할 역다중화기(760)로 출력한다.

상기 제2 파장분할 역다중화기(760)는 입력된 순방향 광신호(515)를 각각 서로 다른 파장을 가지는 다수의 채널들로 분리하여 출력하며, 상기 다수의 제2 수신부(770)는 상기 다수의 채널들을 입력받는다.

도 5는 도 4에 도시된 순방향 광신호 및 역방향 광신호(515 및 715)를 나타내는 그래프이다. 도시된 바와 같이, [도 1] 도 4에 도시된 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템에서 사용되는 파장 대역은 1531 nm ~ 1554 nm이며, 상기 순방향 또는 역방향 광신호(515 또는 715)를 구성하는 인접 채널들 간의 파장 간격은 2 nm임을 알 수 있다. 또한, 상기 순방향 광신호(515)를 구성하는 채널의 파장은 각각 1531, 1533, 1535, 1537, 1539, 1541, 1543, 1545, 1547, 1549, 1551, 1553 nm이며, 상기 역방향 광신호(715)를 구성하는 채널의 파장은 각각 1532, 1534, 1536, 1538, 1540, 1542, 1544, 1546,

1548, 1550, 1552, 1554 nm이다. 즉, 상기 순방향 광신호(515)는 각각 2 nm의 최소 파장 간격으로 파장 할당된 다수의 채널들로 이루어지며, 상기 역방향 광신호(715)는 각각 상기 각 채널 파장 사이의 파장이 할당되는 다수의 채널들로 이루어진다. [또한, 최대로 전송 가능한 광신호의 채널수는 24이며, 도 1에 도시된 시스템과 비교하면 동일한 파장 대역에서 약 두 배의 채널 밀도를 가짐을 알 수 있다.] 그러므로 전송하는 광섬유내에선 채널간의 파장 간격은 1nm가 된다. 이러한 인터리빙방식을 이용하여 채널간의 간격을 반으로 줄일 경우에 인접채널에 대한 영향은 같은 방향의 채널에 대한 간격으로만 느끼게 되므로, 최대로 전송 가능한 광신호의 채널수는 24이며, 도 1에 도시된 시스템과 비교하면 동일한 파장 대역에서 약 두 배의 채널 밀도를 가짐을 알 수 있다.

도 6은 도 3에 도시된 광증폭기(600)를 나타낸 도면이다. 도시된 바와 같이, 상기 광증폭기(600)는 제2 및 제3 씨클레이터(610 및 660)와, 제1 및 제2 인터리버(620 및 650)와, 아이솔레이터(632)와, 어븀첨가 광섬유(634)와, 파장선택 결합기(638)와, 레이저 다이오드(636)와, 제2 분산보상 모듈(640)로 구성된다. 또한, 도 3에 도시된 제1 및 제3 증폭부(530 및 730)는 각각 도 6에 도시된 제2 증폭부(630)와 동일한 구성을 가진다. 이하 중복 기술되는 부분은 생략하기로 한다.

상기 아이솔레이터(632)는 상기 제1 인터리버(620)의 제3 단으로부터 입력되는 광신호(625)를 통과시키며, 그 역방향으로 진행하는 광은 통과시키지 않는다. 이 때, 상기 광신호(625)는 상기 순방향 및 역방향 광신호(515 및 715)를 구성하는 채널들로 이루어진다. 따라서, 상기 레이저 다이오드(636)에서 출력되어 상기 어븀첨가 광섬유(634)를 지나는 펄스광(637)은 상기 아이솔레이터(632)를 통과할 수 없다.

상기 어븀첨가 광섬유(634)는 여기된 어븀 이온의 유도 방출 효과를 이용하여 상기 광신호(625)를 증폭하여 출력한다. 또한, 상기 어븀첨가 광섬유(634)는 프라세오덤 첨가 광섬유(Pr doped fiber)로 대체될 수 있다. 상기 프라세오덤 첨가 광섬유는 여기된 프라세오덤 이온의 유도 방출 효과를 이용하여 입력된 광신호를 증폭한다.

상기 레이저 다이오드(636)는 상기 어븀 이온을 여기시키는데 필요한 펄스광(637)을 출력하며, 상기 파장선택 결합기(638)는 상기 증폭된 광신호(625)는 그대로 통과시켜서 상기 제2 인터리버(650)의 제3단에 입력되도록 하며 상기 레이저 다이오드(636)로부터 입력된 펄스광은 상기 어븀첨가 광섬유(634)로 입력되도록 한다.

【발명의 효과】

상기한 바와 같이 본 발명에 따른 광증폭기는 순방향 및 역방향 광신호의 채널들을 인터리빙하며 그 인터리빙된 광신호를 증폭함에 따라서 종래에 비하여 증폭되는 구성 소자의 수를 줄임으로 인하여 저렴한 제작비 및 높은 집적도를 실현할 수 있다는 이점이 있다.

또한, 본 발명에 따른 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템은 소정 파장 간격으로 파장 할당된 다수의 채널들로 이루어진 순방향 광신호와, 각각 상기 각 채널 파장 사이의 파장이 할당되는 다수의 채널들로 이루어진 역방향 광신호를 전송함으로써 최대 파장 대역에서의 채널 밀도를 최대화할 수 있다는 이점이 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

각각 파장분할 다중화된 광신호를 송수신하는 제1 및 제2 광송수신기와, 상기 제1 및 제2 광송수신기를 연결하며 상기 제1 광송수신기에서 상기 제2 광송수신기로 진행하며 다수의 채널들로 구성된 순방향 광신호와 상기 제2 광송수신기에서 상기 제1 광송수신기로 진행하며 다수의 채널들로 구성된 역방향 광신호의 전송 매체인 광섬유를 구비하는 양방향 파장분할 다중 시스템에서 상기 순방향 및 역방향 광신호를 증폭하기 위한 광증폭기에 있어서,

제1 단을 통해 입력된 상기 순방향 광신호의 채널들과, 제2 단을 통해 입력된 상기 역방향 광신호의 채널들을 파장별로 인터리빙하며, 그 인터리빙된 광신호를 제3 단을 통해 출력하는 제1 인터리버와;

상기 제1 인터리버의 제3 단을 통해 입력된 인터리빙된 광신호를 증폭하며, 그 증폭된 광신호를 출력하는 광섬유 증폭부와;

제3 단을 통해 입력된 상기 증폭된 광신호를 파장별로 상기 순방향 및 역방향 광신호로 분리하며, 그 분리된 순방향 및 역방향 광신호를 각각 제1 단 및 제2 단을 통해 출력하는 제2 인터리버를 포함함을 특징으로 하는 광증폭기.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 광섬유를 통해 수신된 순방향 광신호는 상기 제1 인터리버의 제1 단으로 분배하며, 상기 제2 인터리버의 제1 단으로부터 입력된 역방향 광신호는 상기 광섬유를 통해 전송하는 제1 써클레이터와;

상기 광섬유를 통해 수신된 역방향 광신호는 상기 제1 인터리버의 제2 단으로 분배하며, 상기 제2 인터리버의 제2 단으로부터 입력된 역방향 광신호는 상기 광섬유를 통해 전송하는 제2 써클레이터를 더 구비함을 특징으로 하는 광증폭기.

【청구항 3】

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 인터리버의 제3 단과 상기 제2 인터리버의 제3 단의 사이에 상기 인터리빙된 광신호의 분산을 보상하기 위한 분산보상 모듈을 더 구비함을 특징으로 하는 광증폭기.

【청구항 4】

양방향 파장분할 다중 광통신 시스템에 있어서,

소정 파장 간격으로 파장 할당된 다수의 채널들로 이루어진 순방향 광신호를 전송하며, 각각 상기 각 채널 파장 사이의 파장이 할당된 다수의 채널들로 이루어진 역방향 광신호를 수신하는 제1 광송수신기와;

상기 역방향 광신호를 전송하며, 상기 순방향 광신호를 수신하는 제2 광송수신기와;

상기 제1 및 제2 광송수신기를 연결하며 상기 순방향 및 역방향 광신호의 전송 매체가 되는 광섬유와;

상기 광섬유 상에 설치되고, 상기 광섬유를 통해 양방향으로 수신된 상기 순방향 광신호의 채널들과 상기 역방향 광신호의 채널들을 파장별로 인터리빙하며, 그 인터리빙된 광신호를 증폭하고, 그 증폭된 광신호를 파장별로 상기 순방향 및 역방향 광신호로 분리하며, 그 분리된 순방향 및 역방향 광신호를 상기 광섬유를 통해 양방향으로 전송하는 광증폭기를 포함함을 특징으로 하는 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템.

【청구항 5】

제4항에 있어서, 상기 광증폭기는

제1 단을 통해 입력된 상기 순방향 광신호의 채널들과, 제2 단을 통해 입력된 상기 역방향 광신호의 채널들을 파장별로 인터리빙하며, 그 인터리빙된 광신호를 제3 단을 통해 출력하는 제1 인터리버와;

상기 제1 인터리버의 제3 단을 통해 입력된 인터리빙된 광신호를 증폭하며, 그 증폭된 광신호를 출력하는 광섬유 증폭부와;

제3 단을 통해 입력된 상기 증폭된 광신호를 파장별로 상기 순방향 및 역방향 광신호로 분리하며, 그 분리된 순방향 및 역방향 광신호를 각각 제1 단 및 제2 단을 통해 출력하는 제2 인터리버와;

상기 광섬유를 통해 수신된 순방향 광신호는 상기 제1 인터리버의 제1 단으로 분배하며, 상기

제2 인터리버의 제1 단으로부터 입력된 역방향 광신호는 상기 광섬유를 통해 전송하는 제1 셔클레이터와;

상기 광섬유를 통해 수신된 역방향 광신호는 상기 제1 인터리버의 제2 단으로 분배하며, 상기 제2 인터리버의 제2 단으로부터 입력된 역방향 광신호는 상기 광섬유를 통해 전송하는 제2 셔클레이터를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템.

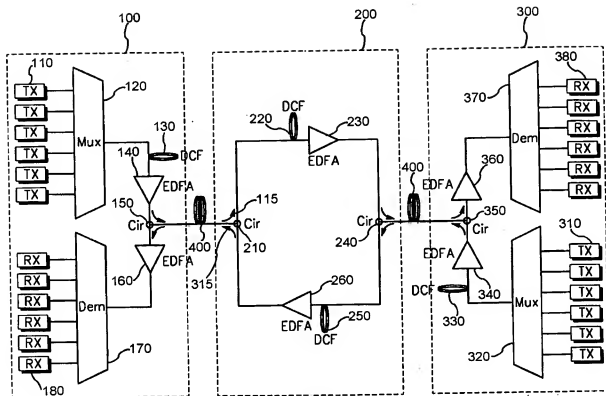
【청구항 6】

제5항에 있어서, 상기 광증폭기는

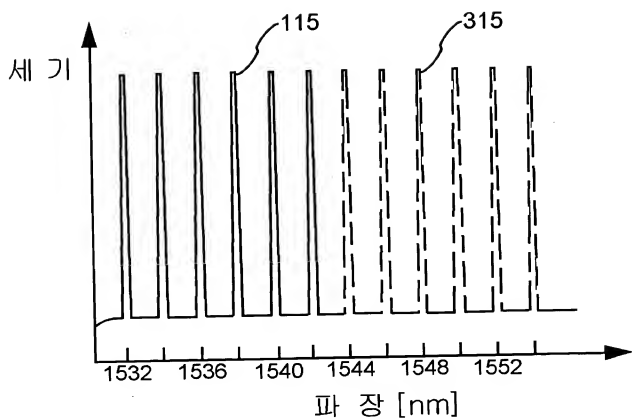
상기 제1 인터리버의 제3 단과 상기 제2 인터리버의 제3 단의 사이에 상기 인터리빙된 광신호의 분산을 보상하기 위한 분산보상 모듈을 더 구비함을 특징으로 하는 양방향 파장분할 다중 광통신 시스템.

【도면】

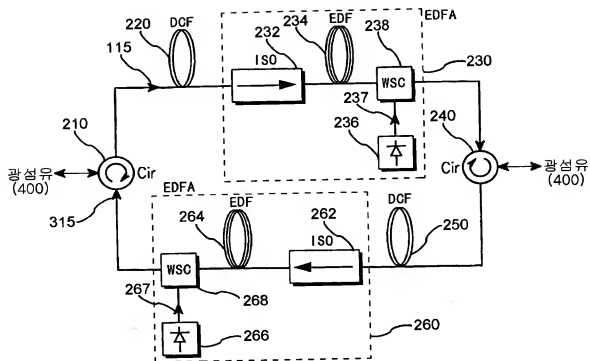
【도 1】



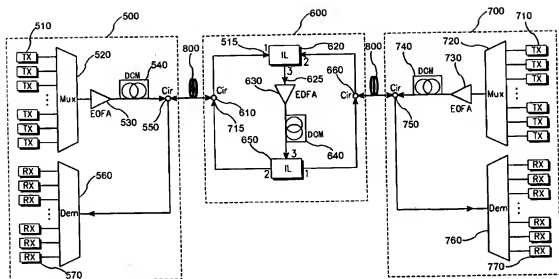
【도 2】



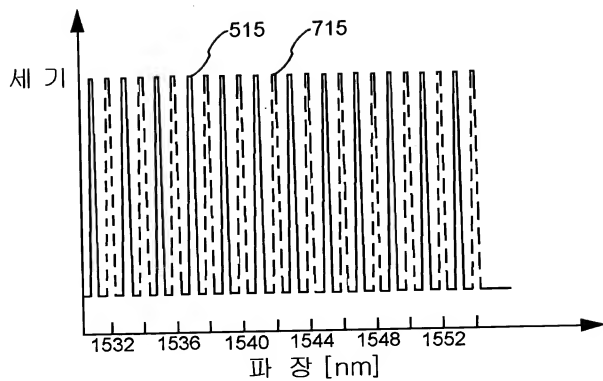
【도 3】



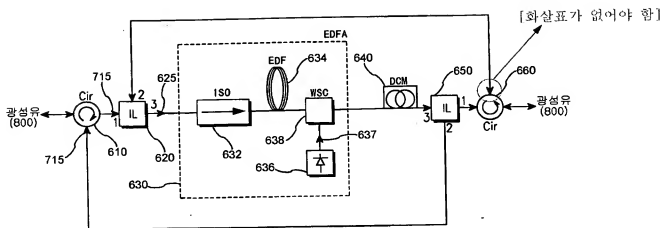
【도 4】



【도 5】



【도 6】



CERTIFICATE OF TRANSLATION

As a below named translator, I hereby declare that my residence and citizenship are as stated below next to my name and I hereby certify that I am conversant with both the English and Korean languages and the document enclosed herewith is a true English translation of the Priority Document with respect to the Korean patent application No. 2001-17396 filed on April 2, 2001.

NAME OF THE TRANSLATOR : Seo-Il Yoo

SIGNATURE :



Date

: June 30, 2004

RESIDENCE : MIHWA BLDG., 110-2, MYONGRYUN-DONG 4-GA,
CHONGRO-GU, SEOUL 110-524, KOREA

CITIZENSHIP : REPUBLIC OF KOREA

**THE KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE**

This is to certify that annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual property Office of the following application as filed

Application Number : Korean Patent Application No. 2001-17396

Date of Application : April 2, 2001

Applicant(s) : Samsung Electronics Co., Ltd.

June 5, 2001

COMMISSIONER

[ABSTRACT OF THE DISCLOSURE]

Disclosed is a bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system including a first optical transmitter/receiver unit for transmitting a forward optical signal composed of a plurality of channels respectively allocated with wavelengths having a desired wavelength space while receiving a reverse optical signal composed of a plurality of channels respectively allocated with wavelengths each interleaved between associated ones of the wavelengths of the forward optical signal, a second optical transmitter/receiver unit for transmitting the reverse optical signal while receiving the forward optical signal, an optical fiber coupled between the first and second optical transmitter/receiver units, the optical fiber serving as a transmission medium for the forward and reverse optical signals, and an optical amplifier device arranged on the optical fiber and adapted to interleave the channels of the forward and reverse optical signals, bidirectionally received via the optical fiber, in accordance with the wavelengths of the channels, to amplify an interleaved optical signal generated in accordance with the interleaving operation, to split the amplified optical signal into the forward and reverse optical signals in accordance with wavelengths, and to bidirectionally transmit the split forward and reverse optical signals via the optical fiber.

[REPRESENTATIVE FIGURE] Figure 4

[KEY WORDS]

Wavelength Division Multiplexing, Optical amplifier, Optical communication system

[SPECIFICATION]

[TITLE OF THE INVENTION]

5 OPTICAL AMPLIFIER DEVICE AND BIDIRECTIONAL WAVELENGTH
DIVISION MULTIPLEXING OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM USING
THE SAME

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

10 Fig. 1 is a circuit diagram illustrating a conventional bidirectional wavelength
division multiplexing optical communication system;

 Fig. 2 is a graph depicting forward and reverse optical signals shown in Fig.

1;

15 Fig. 3 is a circuit diagram illustrating an optical amplifier unit shown in Fig.

1;

 Fig. 4 is a circuit diagram illustrating a bidirectional wavelength division
multiplexing optical communication system according to a preferred embodiment of
the present invention;

20 Fig. 5 is a graph depicting forward and reverse optical signals shown in Fig.

4; and

 Fig. 6 is a circuit diagram illustrating an optical amplifier unit shown in Fig.

4.

25 [DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT]

[OBJECT OF THE INVENTION]

[RELATED FIELD AND PRIOR ART OF THE INVENTION]

The present invention relates to bidirectional wavelength division multiplexing

optical communications, and more particularly to an optical amplifier device and a bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system using the optical amplifier device.

5 A wavelength division multiplexing optical communication system is adapted to transmit a plurality of channels on an optical fiber. Such a wavelength division multiplexing optical communication system is widely used in the ultrahigh-speed Internet because it has superior characteristics in terms of transmission efficiency and transmission capacity. Since the channels transmitted on the optical fiber are attenuated in proportion to the transmission length thereof, an optical fiber is installed
10 on the optical fiber in order to amplify the attenuated channels.

Fig. 1 is a circuit diagram illustrating a conventional bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system. As shown in Fig. 1, the system includes a first optical transmitter/receiver unit 100, an optical amplifier unit 200, a second optical transmitter/receiver unit 300, and an optical fiber 400. The optical
15 signal transmitted from the first optical transmitter/receiver unit 100 to the second optical transmitter/receiver unit 300 is referred to as a forward optical signal 115, whereas the optical signal reversely transmitted is referred to as a reverse optical signal 315. Each of the forward and reverse optical signals 115 and 315 is composed of a plurality of channels with different wavelengths.

20 The first optical transmitter/receiver unit 100 includes a plurality of first transmitters 110, a plurality of first receivers 180, a first wavelength division multiplexer 120, a first wavelength division demultiplexer 170, a first dispersion compensation fiber 130, a first amplifier 140, a second amplifier 160, and a first

optical circulator 150.

The first transmitters 110 output channels of different wavelengths, respectively. The first wavelength division multiplexer 120 receives the channels from the first transmitters 110, and multiplexes the received channels, thereby
5 outputting a channel-multiplexed signal, that is, the forward optical signal 115.

The first dispersion compensation fiber 130 serves to compensate for a dispersion of the forward optical signal 115. The dispersion of the forward optical signal 115 is caused by the fact that the channels of the forward optical signal 115 have different wavelengths, respectively.

10 The first amplifier 140 serves to amplify the forward optical signal 115. This first amplifier 140 may include an erbium-doped optical fiber for performing an amplifying operation by utilizing an induced emission of erbium ions, a laser diode for emitting pumping light adapted to excite the erbium ions, and a wavelength selection coupler for applying the pumping light to the erbium-doped optical fiber.

15 The first circulator 150 transmits the forward optical signal 115 received from the first amplifier 140 to the optical amplifier unit 200 via the optical fiber 400 while sending the reverse optical signal 315 from the optical amplifier unit 200 to the second amplifier 160.

20 The second amplifier 160 amplifies the reverse optical signal 315 inputted thereto, and applies the amplified reverse optical signal 315 to the first wavelength division demultiplexer 170.

The first wavelength division demultiplexer 170 demultiplexes the reverse optical signal 315 into a plurality of channels with different wavelengths.

The first receivers 180 receives the channels outputted from the first wavelength division demultiplexer 170.

5 The optical fiber 400 couples the first and second optical transmitter/receiver units 100 and 300 to each other, and serves as a transmission medium for the forward and reverse optical signals 115 and 315.

10 The optical amplifier unit 200 includes a second circulator 210, a third circulator 240, a second dispersion compensation fiber 220, a third dispersion compensation fiber 250, a third amplifier 230, and a fourth amplifier 260.

15 The second circulator 210 transmits the forward optical signal 115, received from the first optical transmitter/receiver unit 100 via the optical fiber 400, to the second dispersion compensation optical fiber 220 while sending the reverse optical signal 315 from the fourth amplifier 260 to the first optical transmitter/receiver 100 via the optical fiber 400.

 The second dispersion compensation optical fiber 220 compensates for a dispersion of the forward optical signal 115, and applies the dispersion-compensated forward optical signal 115 to the third amplifier 230. The forward optical signal 115 is amplified by the third amplifier 230, and then applied to the third circulator 240.

20 The third circulator 240 transmits the forward optical signal 115, inputted

thereto, to the second optical transmitter/receiver unit 300 via the optical fiber 400 while sending the reverse optical signal 315, inputted thereto via the optical fiber 400, to the third dispersion compensation optical fiber 250.

5 The third dispersion compensation optical fiber 250 compensates for a dispersion of the reverse optical signal 315. The fourth amplifier 260 amplifies the dispersion-compensated reverse optical signal 315, and then transmits the amplified reverse optical signal 315 to the second circulator 210.

10 The second optical transmitter/receiver unit 300 includes a plurality of second transmitters 310, a plurality of second receivers 380, a second wavelength division multiplexer 320, a second wavelength division demultiplexer 370, a fourth dispersion compensation fiber 330, a fifth amplifier 340, a sixth amplifier 360, and a fourth circulator 350.

15 The second transmitters 310 output channels of different wavelengths, respectively. The second wavelength division multiplexer 320 receives the channels from the second transmitters 310, and multiplexes the received channels, thereby outputting a channel-multiplexed signal, that is, the reverse optical signal 315.

The second dispersion compensation fiber 330 serves to compensate for a dispersion of the reverse optical signal 315. The fifth amplifier 340 serves to amplify the reverse optical signal 315.

20 The fourth circulator 350 transmits the reverse optical signal 315 received from the fifth amplifier 340 to the optical amplifier unit 200 via the optical fiber 400

while sending the forward optical signal 115, received from the optical amplifier unit 200 via the optical fiber 400, to the sixth amplifier 360.

5 The sixth amplifier 360 amplifies the forward optical signal 115 inputted thereto, and applies the amplified forward optical signal 115 to the second wavelength division demultiplexer 370.

The second wavelength division demultiplexer 370 demultiplexes the forward optical signal 115 into a plurality of channels with different wavelengths. The second receivers 380 receive the channels outputted from the second wavelength division demultiplexer 370, respectively.

10 Fig. 2 is a graph depicting the forward and reverse optical signals 115 and 315. As shown in Fig. 2, the bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system of Fig. 1 uses a wavelength band ranging from 1,532 nm to 1,554 nm. Referring to Fig. 2, it can also be seen that the wavelength space between adjacent channels in the forward or reverse optical signal 115 or 315 is 2 nm. The
15 wavelength band of the forward optical signal 115 ranges from 1,532 nm to 1,542 nm, whereas the wavelength band of the reverse optical signal 315 ranges from 1,544 nm to 1,554 nm. That is, the forward optical signal 115 is distributed within a relatively short-wavelength band, whereas the reverse optical signal 315 is distributed within a relatively long-wavelength band. Such an multi-channel optical signal is
20 subjected to signal distortion due to a cross phase modulation (XPM) phenomenon caused by a signal power difference between adjacent channels, a four wave mixing (FWM) phenomenon, that is, introduction of noise from a channel into adjacent channels, a dispersion phenomenon, and a scattering phenomenon. Where an optical

signal is severely distorted, it cannot be received by the receiver unit. For this reason, the wavelength space of adjacent channels are set, taking into consideration such a signal distortion of optical signals. This wavelength space is referred to as a "minimum wavelength space". The available wavelength band of an optical signal is limited due to an attenuation of the optical signal caused by loss characteristics of the optical fiber through which the optical signal passes. The available wavelength band is referred to as a "maximum wavelength band". The maximum wavelength band in the bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system shown in Fig. 1 is 1,532 nm to 1,554 nm. Accordingly, the maximum number of channels in an optical signal transmittable at a minimum wavelength space of 2 nm is 12.

Fig. 3 is a circuit diagram illustrating the optical amplifier unit 200 shown in Fig. 1. As shown in Fig. 3, the optical amplifier unit 200, which includes the second circulator 210, third circulator 240, second dispersion compensation fiber 220, third dispersion compensation fiber 250, third amplifier 230, and fourth amplifier 260, further includes a first isolator 232, a second isolator 262, a first erbium-doped optical fiber 234, a second erbium-doped optical fiber 264, a first wavelength selecting coupler 238, a second wavelength selecting coupler 268, a first laser diode 236, and a second laser diode 266. The third and fourth amplifiers 230 and 260 have the same configurations as those of the first and second amplifiers 140 and 160 or those of the fifth and sixth amplifiers 340 and 360, respectively. In the following description, the duplicated configurations of the amplifiers will be omitted.

The first isolator 232 transmits the forward optical signal 115, received from the second dispersion compensation fiber 220, therethrough while preventing optical

signals, traveling in a direction reverse to the forward optical signal 115, from passing therethrough. For this reason, the pumping light 237, which travels along the first erbium-doped optical fiber 234 after being outputted from the first laser diode 236, cannot pass through the first isolator 232.

5 The first erbium-doped optical fiber 234 amplifies the forward optical signal 115 by utilizing an induced emission of excited erbium ions.

 The pumping light 237, which is required to excite erbium ions, is emitted from the first laser diode 236. The first wavelength selecting coupler 238 transmits the amplified forward optical signal 115 therethrough, as it is, so that the amplified
10 forward optical signal 115 is applied to the third circulator 240. The first wavelength selecting coupler 238 also sends the pumping light 237, received from the first laser diode 236, to the first erbium-doped optical fiber 234.

 The second isolator 262 transmits the reverse optical signal 315, received from the third dispersion compensation fiber 250, therethrough while preventing optical
15 signals, traveling in a direction reverse to the reverse optical signal 315, from passing therethrough. For this reason, the pumping light 267, which travels along the second erbium-doped optical fiber 264 after being outputted from the second laser diode 266, cannot pass through the second isolator 232.

 The second erbium-doped optical fiber 264 amplifies the reverse optical signal
20 315.

 The pumping light 267 is emitted from the second laser diode 266. The

second wavelength selecting coupler 268 transmits the amplified reverse optical signal 315 therethrough, as it is, so that the amplified reverse optical signal 315 is applied to the second circulator 210. The second wavelength selecting coupler 268 also sends the pumping light 267, received from the second laser diode 266, to the
5 second erbium-doped optical fiber 264.

Although not shown, it is necessary to additionally provide a laser diode driving unit at each of the optical fiber amplifiers 230 and 260 in order to supply drive current to an associated one of the laser diodes 236 and 266. It may also be
10 necessary to additionally provide a gain flattening filter in order to compensate for a gain unbalance caused by a non-uniformity in the amplification rate of each erbium-doped optical fiber 234 or 264 resulting from a variation in the wavelength of the input optical signal.

As mentioned above, the conventional optical amplifier device has respective
15 configurations adapted to amplify forward and reverse optical signals. For this reason, the conventional optical amplifier device involves a problem in that it includes duplicated elements. That is, it is necessary to provide multiple optical amplifiers.

Also, it is necessary to use multiple expensive dispersion compensation fibers and other optical elements. For this reason, the conventional optical amplifier device
20 requires high manufacturing costs and high maintenance costs while involving a degraded integration degree.

Also, the conventional bidirectional wavelength division optical communication system is configured to divide their available wavelength band into

long and short-wavelength bands to be respectively allocated to forward and reverse optical signals. For this reason, there is a problem in that the channel density in the maximum wavelength band is reduced.

[SUBSTANTIAL MATTER OF THE INVENTION]

5 Therefore, an object of the invention is to provide an optical amplifier device which can be inexpensively manufactured while having a high integration degree.

Another object of the invention is to provide a bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system capable of obtaining an increased channel density in a maximum wavelength band.

10 In accordance with one aspect, the present invention provides in a bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system including first and second optical transmitter/receiver units for transmitting and receiving wavelength-division-multiplexed optical signals, respectively, and an optical fiber serving as a transmission medium for a forward optical signal traveling from the first optical
15 transmitter/receiver unit to the second optical transmitter/receiver unit and a reverse optical signal traveling from the second optical transmitter/receiver unit to the first optical transmitter/receiver unit, each of the forward and reverse optical signals being composed of a plurality of channels with different wavelengths, an optical amplifier device for amplifying the forward and reverse optical signals, comprising:

20 a first interleaver for interleaving the channels of the forward optical signal received at a first terminal thereof and the channels of the reverse optical signal received at a second terminal thereof, in accordance with the wavelengths of the

channels, and outputting an interleaved optical signal at a third terminal thereof;

an optical fiber amplifier unit for amplifying the interleaved optical signal received from the third terminal of the first interleaver, and outputting the amplified optical signal; and

- 5 a second interleaver for splitting the amplified optical signal, received at a third terminal thereof, into the forward and reverse optical signals in accordance with wavelengths, and outputting the forward and reverse optical signals at first and second terminals thereof, respectively.

In accordance with another aspect, the present invention provides a
10 bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system comprising:

a first optical transmitter/receiver unit for transmitting a forward optical signal composed of a plurality of channels respectively allocated with wavelengths having a desired wavelength space while receiving a reverse optical signal composed of a
15 plurality of channels respectively allocated with wavelengths each interleaved between associated ones of the wavelengths of the forward optical signal;

a second optical transmitter/receiver unit for transmitting the reverse optical signal while receiving the forward optical signal;

an optical fiber coupled between the first and second optical
20 transmitter/receiver units, the optical fiber serving as a transmission medium for the forward and reverse optical signals; and

an optical amplifier device arranged on the optical fiber and adapted to interleave the channels of the forward and reverse optical signals, bidirectionally received via the optical fiber, in accordance with the wavelengths of the channels,
25 to amplify an interleaved optical signal generated in accordance with the interleaving

operation, to split the amplified optical signal into the forward and reverse optical signals in accordance with wavelengths, and to bidirectionally transmit the split forward and reverse optical signals via the optical fiber.

[CONSTRUCTION AND OPERATION OF THE INVENTION]

5 Now, preferred embodiments of the present invention will be described in detail, with reference to the annexed drawings. In the following description, a variety of specific elements such as constituent elements are described. The description of such elements has been made only for a better understanding of the present invention. Those skilled in the art will appreciate that various modifications, 10 additions, and substitutions to the specific elements are possible, without departing from the scope and spirit of the invention as disclosed in the accompanying claims.

Fig. 4 is a circuit diagram illustrating a bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system according to a preferred embodiment of the present invention. As shown in Fig. 4, the system includes a first optical 15 transmitter/receiver unit 500, an optical amplifier unit 600, a second optical transmitter/receiver unit 700, and an optical fiber 800. The optical signal transmitted from the first optical transmitter/receiver unit 500 to the second optical transmitter/receiver unit 700 is referred to as a forward optical signal 515, whereas the optical signal reversely transmitted is referred to as a reverse optical signal 715. 20 Each of the forward and reverse optical signals 515 and 715 is composed of a plurality of channels with different wavelengths. That is, the forward optical signal 515 is composed of a plurality of channels allocated with channels having a desired wavelength space. Also, the reverse optical signal 715 is composed of a plurality

of channels allocated with channels having a desired wavelength space from one another.

The first optical transmitter/receiver unit 500 includes a plurality of first transmitters 510, a plurality of first receivers 570, a first wavelength division multiplexer 520, a first wavelength division demultiplexer 560, a first amplifier 530, a first dispersion compensation module 540, and a first optical circulator 550.

The first transmitters 510 output channels of different wavelengths, respectively. The first wavelength division multiplexer 520 receives the channels from the first transmitters 510, and multiplexes the received channels, thereby outputting a channel-multiplexed signal, that is, the forward optical signal 515.

The first amplifier 530 serves to amplify the forward optical signal 515. The first dispersion compensation module 540 serves to compensate for a dispersion of the forward optical signal 515. That is, the first dispersion compensation module 540 compensates for distortion of the forward optical signal 515 caused by the fact that the channels of the forward optical signal 115 have different wavelengths, respectively. The first dispersion compensation module 540 may be a packaged dispersion compensation fiber or a dispersion compensation fiber lattice.

The first circulator 550 transmits the forward optical signal 515 received from the first dispersion compensation module 540 to the optical amplifier unit 600 via the optical fiber 800 while sending the reverse optical signal 715 from the optical amplifier unit 600 to the first wavelength division demultiplexer 560.

The first wavelength division demultiplexer 560 demultiplexes the reverse

optical signal 715 into a plurality of channels with different wavelengths. The first receivers 570 receive the channels outputted from the first wavelength division demultiplexer 560.

5 The optical fiber 800 couples the first and second optical transmitter/receiver units 500 and 700 to each other, and serves as a transmission medium for the forward and reverse optical signals 515 and 715.

The optical amplifier unit 600 includes a second circulator 610, a third circulator 660, a first interleaver 620, a second interleaver 650, a second amplifier 630, and a second dispersion compensation module 640.

10 The second circulator 610 transmits the forward optical signal 515, received from the first optical transmitter/receiver unit 500 via the optical fiber 800, to a first terminal of the first interleaver 620 while sending the reverse optical signal 715, received from a second terminal of the second interleaver 650, to the first optical transmitter/receiver 500 via the optical fiber 800.

15 The first interleaver 620 interleaves the channels of the forward optical signal 515 received at its first terminal and the channels of the reverse optical signal 715 received at its second terminal, in accordance with the wavelengths of those channels.

An interleaved optical signal 625 is outputted from a third terminal of the first interleaver 620. The interleaved optical signal 625 is composed of the channels of
20 the forward optical signal 515 and the channels of the reverse optical signal 715.

The second optical fiber amplifier 630 amplifies the interleaved optical signal 625 received from the third terminal of the first interleaver 620.

The second dispersion compensation module 640 compensates for a dispersion of the amplified optical signal 625, and applies the dispersion-compensated optical signal 625 to a third terminal of the second interleaver 650.

5 The second interleaver 650 splits the optical signal 625, received at its third terminal, into the forward and reverse optical signals 515 and 715 in accordance with wavelengths, and outputs the forward and reverse optical signals 515 and 715 at its first and second terminals.

10 The third circulator 660 distributes the reverse optical signal 715, received thereto via the optical fiber 800, to the second terminal of the first interleaver 620 while transmitting the forward optical signal 515, received from the first terminal of the second interleaver 650, via the optical fiber 800.

15 The second optical transmitter/receiver unit 700 includes a plurality of second transmitters 710, a plurality of second receivers 770, a second wavelength division multiplexer 720, a second wavelength division demultiplexer 760, a third amplifier 730, a third dispersion compensation fiber 740, and a fourth circulator 750.

The second transmitters 710 output channels of different wavelengths, respectively. These channels will form the reverse optical signal 715.

20 The second wavelength division multiplexer 720 receives the channels from the second transmitters 710, and multiplexes the received channels, thereby outputting a channel-multiplexed signal, that is, the reverse optical signal 715.

The third amplifier 730 serves to amplify the reverse optical signal 715. The third dispersion compensation module 740 serves to compensate for a dispersion of the reverse optical signal 715.

The fourth circulator 750 transmits the reverse optical signal 715 received
5 from the third dispersion compensation module 740 to the optical amplifier unit 600 via the optical fiber 800 while sending the forward optical signal 515, received from the optical amplifier unit 600 via the optical fiber 800, to the second wavelength division demultiplexer 760.

The second wavelength division demultiplexer 760 demultiplexes the forward
10 optical signal 515 into a plurality of channels with different wavelengths. The second receivers 770 receive the channels from the second wavelength division demultiplexer 760.

Fig. 5 is a graph depicting the forward and reverse optical signals 115 and 315 of Fig. 4. As shown in Fig. 5, the bidirectional wavelength division multiplexing
15 optical communication system of Fig. 4 uses a wavelength band ranging from 1,531 nm to 1,554 nm. Referring to Fig. 5, it can also be seen that the wavelength space between adjacent channels in the forward or reverse optical signal 515 or 715 is 2 nm.

The forward optical signal 515 has wavelengths of 1,531 nm, 1,533 nm, 1,535 nm, 1,537 nm, 1,539 nm, 1,541 nm, 1,543 nm, 1,545 nm, 1,547 nm, 1,549 nm, 1,551 nm,
20 and 1,553 nm. The reverse optical signal 715 has wavelengths of 1,532 nm, 1,534 nm, 1,536 nm, 1,538 nm, 1,540 nm, 1,542 nm, 1,544 nm, 1,546 nm, 1,548 nm, 1,550 nm, 1,552 nm, and 1,554 nm. That is, the forward optical signal 515 is composed of a plurality of channels allocated with wavelengths having a minimum wavelength

space of 2 nm. Also, the reverse optical signal 715 is composed of a plurality of channels allocated with wavelengths each interleaved between associated ones of the wavelengths of the forward optical signal 515. Accordingly, where the forward and reverse optical signals 515 and 715 are simultaneously traveled through the optical
5 fiber 800 of Fig. 4, a wavelength space of 1 nm is defined between adjacent channels. Although the wavelength space of channels is reduced by half in accordance with such an interleaving method, there is no increase in the affect of each channel on adjacent channels because that affect is involved only with channels traveling in the same direction. Accordingly, the maximum number of channels in an optical signal
10 transmittable at the reduced minimum wavelength space is 24. This means that the system according to the present invention obtains a channel density corresponding to about two times that of the system shown in Fig. 1, in the same wavelength band.

Fig. 6 is a circuit diagram illustrating the optical amplifier unit 600 shown in Fig. 4. As shown in Fig. 6, the optical amplifier unit 600, which includes the second
15 circulator 610, first interleaver 620, second amplifier 630, second dispersion compensation module 640, second interleaver 650, and third circulator 660, further includes an isolator 632, an erbium-doped optical fiber 634, a wavelength selecting coupler 638, and a laser diode 636. The second amplifier 630 has the same configurations as those of the first and third amplifiers 530 and 730. In the
20 following description, the duplicated configurations of the amplifiers will be omitted.

The isolator 632 transmits the optical signal 625, received from the third terminal of the first interleaver 620, therethrough while preventing optical signals, traveling in a direction reverse to the optical signal 625, from passing therethrough.

The optical signal 625 is composed of the channels of the forward optical signal 515

and the channels of the reverse optical signal 715. Accordingly, the pumping light 637, which travels along the erbium-doped optical fiber 634 after being outputted from the laser diode 636, cannot pass through the isolator 632. The erbium-doped optical fiber 634 amplifies the optical signal 625 by utilizing an induced emission of
5 excited erbium ions. The erbium-doped optical fiber 634 may be substituted by a praseodymium (Pr)-doped optical fiber. The Pr-doped optical fiber serves to amplify an input optical signal by utilizing an induced emission of Pr ions.

The pumping light 637, which is required to excite erbium ions, is emitted from the laser diode 636. The wavelength selecting coupler 638 transmits the
10 amplified optical signal 625 therethrough, as it is, so that the amplified optical signal 625 is applied to the third terminal of the second interleaver 650. The wavelength selecting coupler 638 also sends the pumping light 637, received from the laser diode 636, to the erbium-doped optical fiber 634.

[EFFECT OF THE INVENTION]

As apparent from the above description, the optical amplifier device of the
15 present invention is configured to interleave the channels of a forward optical signal and the channels of a reverse optical signal and to amplify the interleaved channels.

In accordance with this configuration, it is possible to reduce the number of duplicated elements, as compared to conventional configurations. Accordingly, the optical amplifier device of the present invention provides an advantages in that it can
20 be inexpensively manufactured while achieving a high integration degree.

Also, the bidirectional wavelength division multiplexing optical

communication system of the present invention can transmit a forward optical signal composed of a plurality of channels respectively allocated with wavelengths having a desired wavelength space and a reverse optical signal composed of a plurality of channels respectively allocated with wavelengths each interleaved between associated
5 ones of the wavelengths of the forward optical signal. Accordingly, there is an advantage in that the channel density in a maximum wavelength band can be maximized.

[PATENT CLAIMS]

1. In a bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system including first and second optical transmitter/receiver units for transmitting and receiving wavelength-division-multiplexed optical signals, respectively, and an
5 optical fiber serving as a transmission medium for a forward optical signal traveling from the first optical transmitter/receiver unit to the second optical transmitter/receiver unit and a reverse optical signal traveling from the second optical transmitter/receiver unit to the first optical transmitter/receiver unit, each of the forward and reverse optical signals being composed of a plurality of channels with
10 different wavelengths, an optical amplifier device for amplifying the forward and reverse optical signals, comprising:

a first interleaver for interleaving the channels of the forward optical signal received at a first terminal thereof and the channels of the reverse optical signal received at a second terminal thereof, in accordance with the wavelengths of the
15 channels, and outputting an interleaved optical signal at a third terminal thereof;

an optical fiber amplifier unit for amplifying the interleaved optical signal received from the third terminal of the first interleaver, and outputting the amplified optical signal; and

a second interleaver for splitting the amplified optical signal, received at a
20 third terminal thereof, into the forward and reverse optical signals in accordance with wavelengths, and outputting the forward and reverse optical signals at first and second terminals thereof, respectively.

2. The optical amplifier device according to claim 1, further comprising:

a first circulator for transmitting the forward optical signal, received thereto

via the optical fiber, to the first terminal of the first interleaver while transmitting the reverse optical signal, received from the first terminal of the second interleaver, to the optical fiber; and

5 a second circulator for transmitting the reverse optical signal, received thereto via the optical fiber, to the second terminal of the first interleaver while transmitting the reverse optical signal, received from the second terminal of the second interleaver, to the optical fiber.

3. The optical amplifier device according to claim 1 or 2, further comprising:
a dispersion compensation module coupled between the third terminal of the
10 first interleaver and the third terminal of the second interleaver and adapted to compensate for a dispersion of the interleaved optical signal.

4. A bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system comprising:

15 a first optical transmitter/receiver unit for transmitting a forward optical signal composed of a plurality of channels respectively allocated with wavelengths having a desired wavelength space while receiving a reverse optical signal composed of a plurality of channels respectively allocated with wavelengths each interleaved between associated ones of the wavelengths of the forward optical signal;

20 a second optical transmitter/receiver unit for transmitting the reverse optical signal while receiving the forward optical signal;

an optical fiber coupled between the first and second optical transmitter/receiver units, the optical fiber serving as a transmission medium for the forward and reverse optical signals; and

an optical amplifier device arranged on the optical fiber and adapted to

interleave the channels of the forward and reverse optical signals, bidirectionally received via the optical fiber, in accordance with the wavelengths of the channels, to amplify an interleaved optical signal generated in accordance with the interleaving operation, to split the amplified optical signal into the forward and reverse optical
5 signals in accordance with wavelengths, and to bidirectionally transmit the split forward and reverse optical signals via the optical fiber.

5. The bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system according to claim 4, wherein the optical amplifier device comprises:

a first interleaver for interleaving the channels of the forward optical signal
10 received at a first terminal thereof and the channels of the reverse optical signal received at a second terminal thereof, in accordance with the wavelengths of the channels to generate the interleaved optical signal, and outputting an interleaved optical signal at a third terminal thereof;

an optical fiber amplifier unit for amplifying the interleaved optical signal
15 received from the third terminal of the first interleaver, and outputting the amplified optical signal; and

a second interleaver for splitting the amplified optical signal, received at a third terminal thereof, into the forward and reverse optical signals in accordance with wavelengths, and outputting the forward and reverse optical signals at first and
20 second terminals thereof, respectively;

a first circulator for transmitting the forward optical signal, received thereto via the optical fiber, to the first terminal of the first interleaver while transmitting the reverse optical signal, received from the first terminal of the second interleaver, to
25 the optical fiber; and

a second circulator for transmitting the reverse optical signal, received thereto via the optical fiber, to the second terminal of the first interleaver while transmitting the reverse optical signal, received from the second terminal of the second interleaver, to the optical fiber.

- 5 6. The bidirectional wavelength division multiplexing optical communication system according to claim 5, wherein the optical amplifier device further comprises:
- a dispersion compensation module coupled between the third terminal of the first interleaver and the third terminal of the second interleaver and adapted to compensate for a dispersion of the interleaved optical signal.

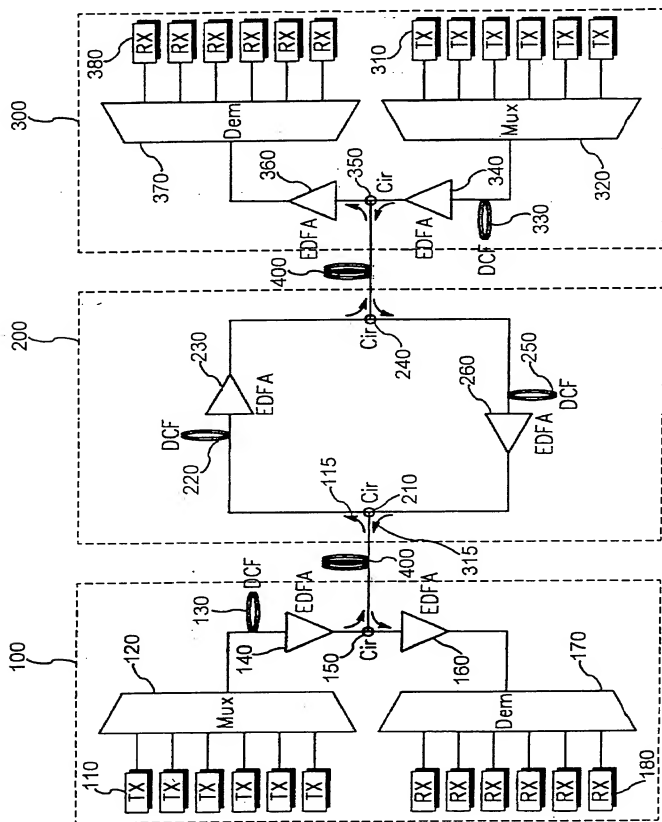


FIG. 1

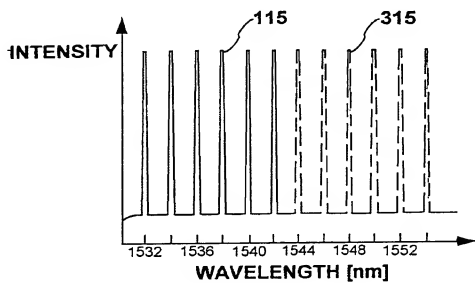


FIG. 2

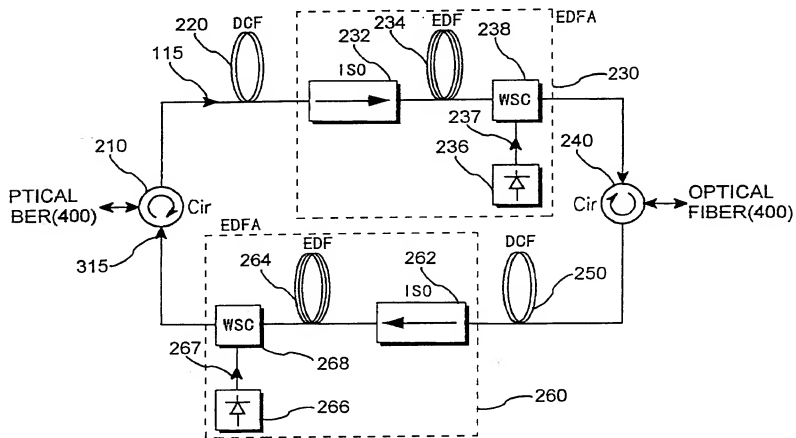


FIG. 3

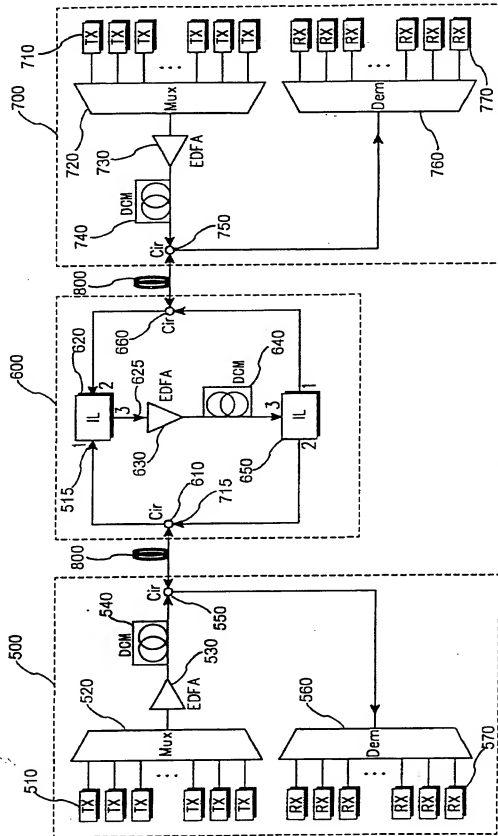


FIG. 4

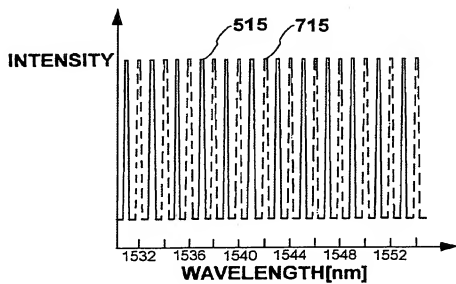


FIG. 5

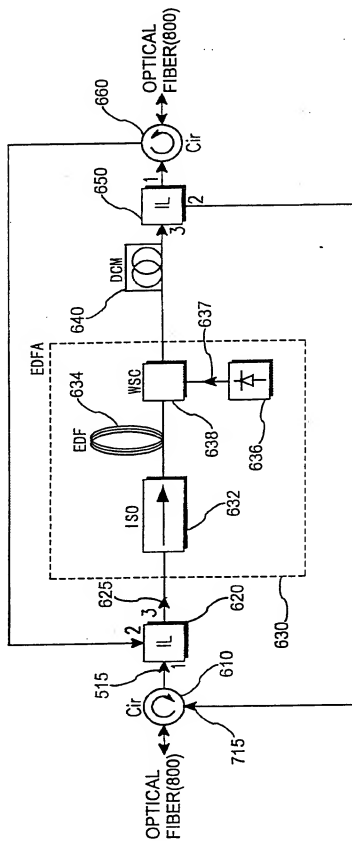


FIG. 6